

ИЗБРАННЫЕ ТРУДЫ

НАУЧНОЙ ШКОЛЫ

А. С. КОЗМЕНКО - Г. П. СУРМАЧА

Том I

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
"Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций
и защитного лесоразведения Российской академии наук"

ИЗБРАННЫЕ ТРУДЫ
НАУЧНОЙ ШКОЛЫ ЭРОЗИОВЕДЕНИЯ
А. С. КОЗМЕНКО – Г. П. СУРМАЧА

в четырех томах

Волгоград*2023



А. С. КОЗМЕНКО (1878-1965 гг.)

Выдающийся ученый в области борьбы с эрозией почв, агролесомелиорации, защитного лесоразведения, гидрологии, почвоведения, агрономии, автор теории формирования эрозионного рельефа и основ противоэрозионной мелиорации

Выдающийся ученый в области эрозиоведения, агролесомелиорации, защитного лесоразведения, геоморфологии, почвоведения, автор теории рельефообразования, образования лёссов, формирования серых лесных почв и черноземов в лесостепи



Г. П. СУРМАЧ (1915-1986 гг.)

ИЗБРАННЫЕ ТРУДЫ
НАУЧНОЙ ШКОЛЫ ЭРОЗИОВЕДЕНИЯ
А. С. КОЗМЕНКО – Г. П. СУРМАЧА

Том первый

Волгоград*2023

УДК: 631. 4. 6.02. 551. 4. 556.5

Избранные труды научной школы эрозиоведения А. С. Козменко – Г. П. Сурмача в четырех томах. Т. 1. – Волгоград: ФНЦ агроэкологии РАН, 2023. – 728 с.

Составитель и ответственный редактор – **А. Т. Барабанов**, доктор сельскохозяйственных наук

Избранные труды научной школы эрозиоведения Козменко – Сурмача, которой свыше 100 лет, издаются в четырех томах. В первом томе излагаются труды основателя школы Алексея Семеновича Козменко. В нем приводится одна из ранних его работ 1909 года «Отчет о Тульской гидрологической экспедиции», которая послужила фундаментом для создания теории рельефообразования на равнине. В монографии «Основы противоэрозионной мелиорации» изложена оригинальная теория рельефообразования и формирования покровных отложений в результате единого эрозионно-аккумулятивного процесса в послетретичное время и научные основы противоэрозионной мелиорации, которые послужили базой для создания современных адаптивно-ландшафтных систем земледелия. В монографии «Борьба с эрозией почв на сельскохозяйственных угодьях» приводится комплекс противоэрозионных мероприятий на водосборах от водораздела до тальвега гидрографической сети.

Selected works of the Erosion School Studies by A. S. Kozmenko – G. P. Surmach in four volumes. – Volgograd: FSC of agroecology RAS, 2023. – 728 p.

Selected works of the Kozmenko – Surmach Erosion scientific School Studies, which is over 100 years old, are published in four volumes. The first volume presents the works of the scientific school founder, Alexey Semenovich Kozmenko. It contains one of his early works of 1909, "Report on the Tula Hydrological Expedition", which served as the foundation for the creation of the theory of relief formation on the plain. The monograph "Fundamentals of anti-erosion reclamation" presents the original theory of relief and cover deposits formation as a result of a single erosion-accumulative process in the post-tertiary period and the scientific foundations of anti-erosion reclamation, which served as the basis for the contemporary adaptive landscape farming systems creation. The monograph "Combating soil erosion on agricultural land" provides a set of anti-erosion measures in the catchments from the watershed to the thalweg of the hydrographic network.

Рецензенты: **К. Н. Кулик**, доктор сельскохозяйственных наук, акад. РАН, профессор;
П. Н. Проездов, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Электронный вариант доступен по ссылке <https://vfanc.ru/publikaczii/shkola-eroziovedeniya/>



ISBN 978-5-6048368-4-2
©ФНЦ агроэкологии РАН, 2023

ПРЕДИСЛОВИЕ

Научная школа Козменко – Сурмача начала формироваться свыше 100 лет назад, когда Алексей Семенович Козменко руководил Тульской гидрологической экспедицией, а затем Новосильской опытно-овражной станцией (ныне Новосильская зональная агролесомелиоративная опытная станция – филиал ФНЦ агроэкологии РАН). Профессор А. С. Козменко – выдающийся ученый в области эрозиоведения, высококвалифицированный специалист широкого профиля: геоморфолог, почвовед, эрозиовед, гидротехник, гидролог, лесомелиоратор, агроном. Учителями и наставниками его были великие русские исследователи В. И. Вернадский, А. П. Павлов, К. А. Тимирязев, В. Р. Вильямс, Д. Н. Прянишников. Он первый отечественный ученый, положивший начало систематическому исследованию эрозионно-гидрологического процесса и разработке системы мер по его регулированию. Он создал направление в эрозионной науке и противоэрозионной мелиорации, получившее признание в нашей стране и за рубежом как школа Козменко. Уже тогда он выдвинул оригинальную идею о значении послетретичной эрозии, которая в последующем была трансформирована в теорию рельефообразования на равнине, обосновал необходимость зарегулирования поверхностного стока на всем водосборе комплексом противоэрозионных мероприятий и разработал основы противоэрозионной мелиорации, которые стали базой для создания современных адаптивно-ландшафтных систем земледелия.

Последователем идей А. С. Козменко и руководителем школы стал его ученик, выдающийся ученый – почвовед, геолог, эрозиовед, агролесомелиоратор, доктор сельскохозяйственных наук, профессор Георгий Пантелеймонович Сурмач. Его имя широко известно широкому кругу ученых в нашей стране и за рубежом. Им выполнены обширные почвенно-эрозионные исследования, в т. ч. в период работы комплексной экспедиции АН СССР. Он создал теорию рельефообразования, образования лёссов, формирования серых лесных почв и черноземов в лесостепи и на ее основе обосновал возможность произрастания водораздельных и байрачных лесов в степной зоне. Им так-

же разработана новая классификация почв по степени смытости, выполнен огромный объем экспериментальных оценок характеристик эрозионно-гидрологического процесса (ЭГП), предложена методика инженерного расчета противоэрозионных мероприятий, разработаны новые способы защиты почв от эрозии. В последующем эти вопросы наиболее полно разрабатывались во ВНИАЛМИ его учениками Е. А. Гаршинёвым, В. П. Борцом, А. Т. Барабановым, В. И. Пановым, А. И. Петелько и др. Благодаря преемственности исследований поколениями учеников школы Козменко – Сурмача, их труды получили развитие, что позволило создать новые теоретические основы управления эрозионно-гидрологическим процессом и создания адаптивно-ландшафтных систем земледелия.

За вековой период несколькими поколениями ученых опубликовано много научных трудов, некоторые из них, к сожалению, утрачены, отдельные сохранились в единичных экземплярах. Поэтому назрела необходимость издания избранных трудов научной школы эрозиоведения Козменко – Сурмача. Преемственность научных исследований важна особенно для молодых ученых ради будущего эрозионной науки.

Избранные произведения издаются в четырех томах. В первом томе излагаются труды А.С. Козменко; во втором – Г. П. Сурмача; в третьем – Е. А. Гаршинёва и В. П. Борца; в четвертом – А. Т. Барабанова, В. И. Панова, А. И. Петелько, А. В. Кулик, О. А. Гордиенко.

Настоящее издание избранных трудов подготовили к публикации сотрудники лаборатории защиты почв от эрозии ФНЦ агроэкологии РАН, которая стала правопреемницей отдела борьбы с эрозией почв ВНИАЛМИ, – ученики и последователи идей школы: А. Т. Барабанов, А. В. Кулик, О. А. Гордиенко, М. Р. Шайфуллин, А. В. Выпова, Д. А. Андреева, С. В. Петров.

ЗНАЧЕНИЕ ТРУДОВ А. С. КОЗМЕНКО И Г. П. СУРМАЧА В СОЗДАНИИ ШКОЛЫ ЭРОЗИОВЕДЕНИЯ И ОСНОВ АДАПТИВНО-ЛАНДШАФТНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

На эрозию почв ученые и практики сельского хозяйства обратили внимание давно и делали разрозненные попытки борьбы с ней. Однако первые наиболее серьезные исследования стока и разработка противоэрозионных приемов (обработка почвы поперек склона, посадка прибалочных лесополос) относятся к концу XIX в. и связаны с деятельностью Особой экспедиции лесного департамента под научным руководством В. В. Докучаева в южных районах России и Украины, главным образом в Каменной Степи. Ему принадлежит первая попытка теоретического рассмотрения вопросов эрозионного рельефообразования на равнине в части, касающейся генезиса гидрографической сети (переход оврагов в балки, а балок в речные долины). Однако им не была проведена четкая грань между древней (балочно-долинной) и современной (промоинно-овражной) гидрографической сетью.

Впервые это было сделано А. С. Козменко, что позволило ему по-новому подойти к оценке роли оврагообразования и смыва почвы в эрозионно-гидрологическом процессе. Алексей Семенович Козменко – выдающийся исследователь мирового уровня в области эрозии и создатель первой в России опытной станции по изучению процессов водной эрозии и комплексных мер борьбы с ней [1]. Объективно оценивая с современных позиций сделанное им в науке об эрозии и не принижая заслуг многих других видных исследователей в этой области знания, можно твердо и правомерно считать его первопроходцем и создателем научных основ современной отечественной науки – эрозиоведения. Правда, в то время этого термина еще не было, но все то, что им исследовалось, потом слагалось в стройное учение и было опубликовано в оригинальных научных статьях, в фундаментальных научных монографиях и практических руководствах и рекомендациях. Все это было подчинено строгому научно обоснованному учению об эрозионном развитии рельефа равнинной суши средней полосы России, охватывающей бассейны великих рек Волги и Дона, в пределах природно-географических зон – лесной, лесостепной и степной.

Уже в его ранних публикациях 20-30-х гг. XX в. просматривается глубокое познание им всего сложного и целостного учения об эрозионных процессах на разных временных этапах развития равнинного рельефа европейской части России. В научной методологической основе этого лежат его глубокие философские, естественнонаучные, физико-географические, гидрологические и биоэкологические представления о сложной картине мира [1]. У нас, его последователей и учеников, складывается представление о А. С. Козменко, как об одном из самых крупных и глубоких исследователей эрозионных процессов мирового уровня того времени, наряду с В. В. Докучаевым, А. П. Павловым, У. Дэвисом, В. Пенком и другими. С годами его учение об эрозионно-гидрологических процессах, генезисе равнинного рельефа России и ландшафтно-кластерных противоэрозионных мелиорациях не только не утратило своей актуальности, научной обоснованности и эффективности, но и получило подтверждение многих сторонников, развивающих его идеи (Г. П. Сурмач, Н. И. Маккавеев, Е. А. Гаршинёв, А. Т. Барабанов, В. И. Панов, Г. И. Швевс, С. И. Сильвестров, Д. Л. Арманд, М. Н. Заславский, А. Н. Каштанов и др.). Это связано с тем, что с самого начала своей выдающейся научно-производственной деятельности А. С. Козменко твердо и последовательно стоял на незыблемо верных естественнонаучных методологических принципах развития и жизни природных сложных открытых систем, их взаимодействия с внешней средой.

Козменко А. С. получил прекрасное высшее образование на естественном отделении физико-математического факультета Московского университета в 1901 г., а потом в 1905 г. на агрономическом и мелиоративно-гидротехническом отделении Московского сельскохозяйственного института (ныне Тимирязевская сельскохозяйственная академия). Наставниками его были В. И. Вернадский, А. П. Павлов, К. А. Тимирязев, В. Р. Вильямс, Д. Н. Прянишников [2]. Потом он продолжил свое углубленное познание природных ландшафтов, эрозии, эрозионного рельефа и гидрологического режима рек и речных бассейнов в качестве инженера-гидротехника в Тульско-Калужском управлении Министерства земледелия и государственных имуществ, а позже возглавил гидрологический отдел Тульского губернского земства. Здесь под его научным руководством и при непосредственном участии были организованы исследовательские гидролого-геоморфологические экспедиции в нескольких уездах Тульской губернии (в т. ч. и в Новосильском уезде), собран большой натурный материал по гидрологии края, строению

суходольной и речной сети, формам и структурной упорядоченности элементов эрозионного рельефа, его иерархической организации, геологическому строению, распределению почв по степени смытости, распространению современных линейных форм эрозии (промоин, размывов, оврагов). Исследования проводились на водосборных бассейнах рек Зуши и Красивой Мечи (притоки р. Оки).

Будучи высокообразованным творческим и наблюдательным человеком с обширными глубокими знаниями географии, гидрологии, геоморфологии, естествознания, почвоведения, агрономии, лесомелиорации и многих других наук, он постоянно общался с природой и постоянно находил в ней факты и аргументы для подтверждения тех положений, гипотез и идей, которые он выдвигал как ученый-естествоиспытатель. Вот почему его идеи так глубоки и достоверны. Он постоянно сверялся с природой, советовался с ней, находил новое и объяснял неизвестное, настойчиво призывал к этому своих учеников и последователей.

В 20-х гг. XX в. после череды засух и неурожая проявились недостатки степного земледелия и перед страной встал вопрос об укреплении продовольственной безопасности и развития сельского хозяйства в целом. В 1921 г. была создана Новосильская опытно-овражная станция (ныне Новосильская агролесомелиоративная опытная станция им. А. С. Козменко – филиал ФНЦ агроэкологии РАН) для разработки мероприятий по борьбе с эрозией почв, восстановления ее плодородия и повышения урожая сельскохозяйственных культур. Директором станции был назначен А. С. Козменко. Здесь родились основы *противоэрозионной мелиорации* и наука *эрозиоведение*. Для теоретической разработки применяемых технологий был организован Всесоюзный научно-исследовательский агролесомелиоративный институт (ВНИАЛМИ, ныне ФНЦ агроэкологии РАН). На него были возложены задачи по увеличению производительности сельхозземель засушливых районов страны, организации работы по борьбе со смывом и размывами (оврагами). В 1938 г. А. С. Козменко возглавил отдел борьбы с эрозией почв ВНИАЛМИ, оставаясь научным руководителем Новосильской опытной станции, которая стала структурным подразделением этого института административно и в научно-методическом отношении.

Козменко А. С. – первый отечественный ученый, положивший начало систематическому исследованию эрозионно-гидрологического процесса и разработке системы мер по его регулированию. Он создал

направление в эрозионной науке и противоэрозионной мелиорации, получившее признание в нашей стране и за рубежом как школа Козменко. Имея глубокие знания по многим отраслям науки, он впервые в мире создал оригинальную теорию рельефообразования [1] и формирования покровных отложений в результате единого эрозионно-аккумулятивного процесса в послетретичное время и разработал научные основы противоэрозионной мелиорации. Его теория выдержала испытание временем.

Козменко А. С. первым выделил древние и современные эрозионные образования, что позволило дифференцированно подходить к планированию и разработке мероприятий по борьбе с эрозией почв. Им выдвинут принцип регулирования стока и эрозии на всей территории водосбора от водораздела до тальвега, выделение особых эрозионных фондов, получивших теперь название ландшафтных поясов, и стройная, целостная система противоэрозионных мероприятий: организационно-хозяйственных, агротехнических, лесомелиоративных, гидротехнических и лугомелиоративных. Совокупность этих идей, принципов и противоэрозионных мероприятий в той или иной степени присутствует сейчас в любых исследованиях при разработке *систем адаптивно-ландшафтного земледелия*. Последователями этого направления являлись известные ученые: Г. А. Харитонов, И. Д. Брауде, Т. Ф. Антропов. В той или иной степени идеи А. С. Козменко поддерживались и поддерживаются И. Г. Герасимовым, Д. Л. Армандом, М. Н. Заславским, А. Н. Каштановым, Е. С. Павловским, Г. И. Швебсом, Н. И. Бобровицкой, Н. П. Калиниченко и другими учеными.

Уже к 1936 г. разработанная А. С. Козменко система противоэрозионных мелиораций получила полное признание научной общественности и государственных органов [2]. Так, в резолюции Первого Всесоюзного совещания по борьбе с эрозией почв в СССР (4-7 марта 1936 г.) отмечалось:

1. Заслушав доклад Новосильской опытно-овражной станции, состоящей в ведении Всесоюзного научно-исследовательского института агролесомелиорации, Совещание отмечает исключительно плодотворную многолетнюю работу станции, руководимой основателем ее Алексеем Семеновичем Козменко, как единственной в Союзе по полноте и целеустремленности программы, а также признает правильными принципы, положенные ею в основание для разработки почвозащитных мероприятий в условиях лесостепной зоны.

2. Внесение в программу работ станции вопросов агротехники и вообще агрономических проблем следует считать также достижением на пути осуществления комплексности, единственно обеспечивающей правильное разрешение задач борьбы с эрозиями и реально осуществимой лишь в условиях советского хозяйства.

3. Совещание считает необходимым организовать издание трудов станции, до последнего времени не имеющей ни одной печатной работы.

4. При планировании и проектировании противозерозийных мероприятий и организации территории эродлируемых площадей Совещание считает необходимым положить в основу систему учения академика В. Г. Вильямса и мелиоративные методы, разработанные Новосильской опытно-овражной станцией».

Эта высокая оценка научного сообщества работы Новосильской станции показывает, насколько плодотворны, глубоки и целеустремлены были разработки уже на первых этапах исследования этой важной и новой проблемы.

В связи с тем, что рельеф местности является важнейшим фактором эрозии, рельефообразованию всегда уделялось большое внимание. Объяснением генезиса эрозионно-аккумулятивного рельефа занималась геоморфология, в которой, по мнению Г. П. Сурмача, господствовал чисто геологический подход. В ней фазы активизации эрозии, в т. ч. и современной ставили в зависимость исключительно от колебаний земной коры (эпейрогенез). С этим связано много ошибочных положений по вопросу о современной эрозии – смыва и размыва. Очень сложный вопрос о генезисе рельефа и покровных отложений в геоморфологии также не был решен. Многие исследователи формирование покровных отложений рассматривали в отрыве от происхождения гидрографической сети и склонов, либо не увязывали генезис эрозионного рельефа с образованием покровных отложений.

На начальном этапе исследований рельефа на первое место выдвигались вопросы эрозионного размыва – оврагообразования. Были предложены разнообразные классификации размывов по их положению (донные, береговые, склоновые) на водосборе и стадиям развития во времени (водороины, промоины, овраги). Выдающийся вклад в разработку теории эрозионно-гидрологического процесса внес А. С. Козменко в период своей деятельности по руководству Тульской гидрологической экспедицией (1908-1914 гг.) и особенно после организации Ново-

сильской опытно-овражной станции. Работая в Тульской гидрологической экспедиции, А. С. Козменко детально изучил гидрологию Тульской губернии, эрозионные процессы (смыв и оврагообразование), составил карты рельефа, геологического строения, водоносности, карста, размыва, болот, лесов и др. Результаты этой работы, а затем и научные исследования на Новосильской опытно-овражной станции в течение 17 лет послужили основой для разработки теории рельефообразования, общей теории эрозии и комплекса мероприятий по борьбе с ней.

Еще в 1907-1908 гг. А. С. Козменко выдвинул оригинальную идею о значении послетретичной эрозии, которая в последующем была трансформирована в теорию рельефообразования на равнине. Выполненные А. С. Козменко исследования на Среднерусской возвышенности (территория нынешних Тульской, Орловской, частично Липецкой обл.) с составлением первых в России детальных карт овражности, водоносности, лесистости привели ученого к идеям, получившим свое выражение в стройной системе взглядов на причины эрозии и рельефообразования в равнинных условиях.

При разработке своей теории рельефообразования А. С. Козменко впервые предложил и обосновал необходимость различать древнюю и современную (антропогенную) эрозию [3], учитывать роль растительности как важнейшего биотического фактора эрозионно-гидрологического процесса, связывать течение древней эрозии с эпохами оледенения на равнине, а обусловленность современной эрозии – в первую очередь, с хозяйственной (главным образом сельскохозяйственной) деятельностью. Он также впервые с высокой степенью аргументированности увязал образование лёссов с эрозионно-гидрологическим процессом, что было существенным шагом вперед по сравнению с высказанными ранее гипотезами Армашевского – Павлова по поводу лёссообразования в связи с делювиальным процессом.

Впервые он обратил внимание и на первостепенную негативную роль смыва почвы в сравнении с традиционной точкой зрения об оврагообразовании как главного, наиболее опасного проявления эрозионно-гидрологического процесса. Это существенно повлияло на представления о причинах падения плодородия почвы вследствие эрозии и в дальнейшем послужило основой для обоснования системы противоэрозионных мероприятий. А. С. Козменко принадлежит классификация оврагов по их местоположению, им предложена первая в стране классификация почв по степени их смывости.

Теория рельефообразования А. С. Козменко базируется на следующих основных положениях [1]:

1. В послетретичный период истории Земли на большой территории нашей страны холодные ледниковые эпохи чередовались с межледниковыми. Таяние ледников и снежных скоплений обуславливало прохождение больших масс талой воды и образование колоссальных размывов, перенос и переотложение грунта.

2. Смена климатических условий и режима стока определяло цикличное развитие эрозионно-аккумулятивных процессов в четвертичный период. Каждый цикл был похож на предыдущий по характеру эрозионных процессов, но на сформированных в предыдущих циклах формах рельефа создавались новые.

3. Процесс формирования гидрографической сети и склонов проходил при полном отсутствии растительности в районах оледенений, а после отступления ледника она медленно восстанавливалась на открытой территории.

4. Каждый эрозионный цикл проходил в 3 стадии:

- стадия размыва – углубления и расширения гидрографической сети;

- стадия бокового смыва (удаления) породы, обусловившего образование склонов разной формы; эта стадия протекала одновременно с первой и после ее завершения;

- стадия формирования покровной породы путем смыва рыхлых грунтов с вышележащих склонов и отложения их на пологих склонах.

Особенно важна для понимания генезиса рельефа и покровных отложений последняя стадия – формирование покровной породы. Она объясняет происхождение лёссов и объединяет эрозию и аккумуляцию в единый эрозионно-аккумулятивный процесс, интенсивность которого ослабевала с появлением и распространением растительности и усилением почвообразования. Этот процесс при образовании сомкнутой прочной дернины полностью прекращался.

Козменко А. С. считал, что за историю послетретичного периода было всего 3 цикла эрозии. Первый был самым грандиозным по формированию эрозионных форм. В его первых двух стадиях в основном образовался рельеф, а в третьей стадии в результате переотложения грунтовых масс сформировались красно-бурые лёссовидные суглинки и глины. Во втором цикле выросла в длину гидрографическая сеть и на размывтой поверхности красно-бурых пород сформировался верх-

ний ярус желтых или желто-бурых лёссов и лёссовидных суглинков. Третий цикл эрозии в основном проявился в размыве гидрографической сети и в смыве почв и покровной породы на склонах.

Теория А. С. Козменко позволила объяснить генезис формирования и последовательного прохождения стадий от ложбины к ложине, суходолу и речной долине, т. е. он обосновал целостную генетическую взаимосвязь суходольной и речной гидрографической сети.

Теория рельефообразования А. С. Козменко является фундаментом современной противоэрозионной мелиорации. На основе суммы знаний, полученных во время работы в Тульской гидрологической экспедиции и особенно на Новосильской опытно-овражной станции, он пришел к важнейшим выводам о том, что оврагообразование – это значительно меньшее зло, чем плоскостной смыв почвы, поэтому надо бороться в первую очередь не с оврагами (их он называл следствием эрозионного процесса), а с интенсивным и разрушительным эрозионно-гидрологическим процессом на всем водосборе путем регулирования стока комплексом противоэрозионных мероприятий: организационно-хозяйственных, лесомелиоративных, агротехнических, лугомелиоративных и гидротехнических [3].

Организационно-хозяйственные мероприятия включают организацию территории, планирование севооборотов, размещение полей, лесополос, дорог, прудов и водохранилищ на местном стоке и другие мероприятия. При организации территории предусматривается типизация земель (выделение контуров по однородным агроэкологическим условиям) и определение характера их использования, а также применение на них соответствующих технологий, приемов и мероприятий. Критериями для выделения разных групп земель являются: характер гидрологических и эрозионных процессов, состояние почв, местонахождение в рельефе, доступность использования средств механизации и др. На основе данных критериев осуществляется дифференцирование территории по интенсивности проявления эрозионных процессов (в первую очередь смыва почв), плодородию почв, размещению сельскохозяйственных растений с учетом их требовательности к условиям местопроизрастания, технологиям их возделывания, составу почвозащитных мероприятий.

Козменко А. С. разработал классификацию склоновых земель, по которой на территории водосбора (от водораздела до дна гидрографиче-

ской сети) выделяются 3 земельных фонда [3]. Верхняя приводораздельная часть склона является ареной формирования стока, который, поступая на нижерасположенные участки, производит на них сильный (иногда катастрофический) смыв. На приводораздельной части смыв небольшой, почва здесь несмытая или слабосмытая. Присетевые земли являются ареной смыва водой, поступающей сверху. Почвы здесь средне- и сильносмытые, малоплодородные и обладают низкой противозэрозийной устойчивостью. Земли гидрографической сети подвергаются сильному смыву и размыву (оврагообразованию). Земли первого фонда предназначены для использования интенсивно в полевых севооборотах (тогда к ним относили севообороты с парами, зерновыми и пропашными культурами) с максимальным насыщением высокопродуктивными культурами. Земли второго фонда отводились под почвозащитные севообороты с высоким насыщением их многолетними травами и озимыми культурами. Земли третьего фонда использовались под улучшенные сенокосы, пастбища и лесные насаждения. Классификация А. С. Козменко не потеряла актуальность и сейчас, она является основой противозэрозийной мелиорации и современных систем земледелия. В последующем она совершенствовалась и уточнялась многими учеными.

Дальнейшее развитие взгляды А.С. Козменко получили в работах его ученика – выдающегося ученого, доктора сельскохозяйственных наук, профессора Георгия Пантелеймоновича Сурмача, имя которого пользуется заслуженной известностью в широких научных кругах, занимающихся вопросами эрозиоведения, почвоводоохранного земледелия, агролесомелиорации, противозэрозийной мелиорации, почвоведения, геоморфологии [4]. Родился он в с. Евдоколье Погарского р-на Брянской обл. в крестьянской семье. Трудовую деятельность начал рабочим с восемнадцати лет. В 1941 г. он с отличием окончил почвенно-геологический факультет Ростовского государственного университета. По окончании университета был призван в Советскую Армию. В годы Великой Отечественной войны 1941-1945 гг. Г. П. Сурмач участвовал в боевых действиях Брянского, Сталинградского, Донского, Центрального, 1-го Украинского и 1-го Белорусского фронтов. Участвовал в освобождении Сталинграда, в боях на Курской дуге был ранен.

После войны он окончил аспирантуру во ВНИАЛМИ под руководством профессора А. С. Козменко. Затем работал в Почвенном институте АН СССР, во ВНИАЛМИ 15 лет (1959-1974 гг.) и во

ВНИИЗПЭ 12 лет (1974-1986 гг.). Во ВНИАЛМИ он был заведующим отделом борьбы с эрозией почв.

Им выполнены обширные почвенно-эрозионные исследования, в т. ч. в период работы комплексной экспедиции АН СССР на ключевых участках в Орловской, Воронежской, Куйбышевской и Волгоградской обл. (всего на площади около 45 тыс. га), а также в Северном Казахстане и Алтайском крае с составлением почвенно-эрозионных карт и карт почвенно-эрозионных районов. Он продолжил разработку теории рельефообразования, образования лёссов, формирования серых лесных почв и черноземов в лесостепи и на ее основе обосновал возможность произрастания водораздельных и байрачных лесов в степной зоне.

Он создал стройную схему рельефообразования и формирования лёссов в ходе четвертичных эрозионно-аккумулятивных циклов, обусловленных наступлением-таянием ледников на Русской равнине, и разработал логико-графическую модель формирования склонов и покровных лёссовых пород. Модель отображает то, что образование рельефа и отложение лёсса это результат единого эрозионно-аккумулятивного процесса. Она позволяет объяснить механизм эрозии и аккумуляции и залегание лёссовых пород на водоразделах.

Он обстоятельно описал ход эрозионно-гидрологического процесса на склонах и в гидрографической сети, по-новому изложил условия формирования лёссов, увязал распространение лесной, травянистой растительности с почвообразованием в лесостепи и литологией толщи четвертичных покровных отложений. Он по сути дела решил проблему, которая в течение целого столетия не получала положительного решения. Г. П. Сурмач считал, что главной причиной мозаичного распределения древесной и травянистой растительных формаций и соответствующих им почв является различная влагоемкость слоистых литологически неоднородных и мощных более однородных толщ [4]. Научные разработки ученого о генезисе серых лесных и черноземных почв лесостепи и их приуроченность к различным территориям очень важны для развития теории почвообразовательного процесса. Теория Г. П. Сурмача позволяет глубже уяснить взаимосвязь леса с почвенными условиями и более обоснованно подойти к оценке лесопригодности (лесорастительных условий) того или иного участка территории, где предполагается создавать лесонасаждения.

Работая во ВНИИЗПЭ, он внес большой вклад в противоэрозионную мелиорацию. Под его руководством впервые была разработана методика проектирования систем противоэрозионных мероприятий на расчетной основе и методика крупномасштабного эксперимента на бассейнах малых рек Курской обл. и другие проекты.

Развитие теории Г. П. Сурмача продолжили его ученики: Е. А. Гаршинёв, В. П. Борец, А. Т. Барабанов, В. И. Панов, А. И. Петелько и другие. Доктор сельскохозяйственных наук Е. А. Гаршинёв начал работать на Новосильской ЗАГЛОС им А. С. Козменко в 1964 г., а потом работал во ВНИАЛМИ, где руководил отделом защиты почв от эрозии, и во ВНИИЗПЭ, где был заведующим лабораторией агролесомелиорации. За годы трудовой деятельности он провел большую работу и сделал много открытий, обобщенных им в монографиях.

Им уточнены условия формирования эрозионно-аккумулятивных форм рельефа; разработана логико-графическая схема эволюции склонов в ходе эрозионно-аккумулятивного процесса; обосновано, что эрозионный промоинно-овражный размыв спонтанно и последовательно проходит стадии от обрывистых откосов к осыпным склонам делювиального смыва и аккумуляции. На этой основе впервые показано, что форма склонов является адекватным выражением эрозионно-аккумулятивного процесса и предложено выражать функцию формы склона посредством логистического уравнения. Таким образом, им найдено универсальное математическое выражение для описания выпукло-вогнутых склонов, как результата проявления эрозионно-гидрологического процесса, что вполне согласуется с воззрениями Д. Л. Арманда и Л. Кинга о всеобщности такого образования склонов на суше Земли.

Гаршинёвым Е. А. разработана теория и созданы математические модели эрозионно-аккумулятивного процесса. Модели доведены до инженерного расчета. Полученные результаты позволяют использовать логистическую функцию для решения многих задач прикладной геоморфологии, ландшафтоведения, почвоводоохранного земледелия. В связи с тем, что закон, описывающий форму склона и эрозионно-аккумулятивный процесс, един, им разработано уравнение для расчета смыва.

Это позволило Е. А. Гаршинёву разработать оригинальную систему автоматизированного проектирования (САПР) противоэрозионных мероприятий обеспечивающую использование баз данных, ма-

тематических моделей, пакетов прикладных программ, выполнение в автоматическом и полуавтоматическом режимах инженерных расчетов, машинной графики, формирование текстовой документации по всему циклу проектной разработки систем агролесомелиоративных и иных противодеградационных мероприятий.

Гаршинёвым Е. А. выдвинута и обоснована концепция «ледяного экрана», формирующегося на границе талого и мерзлого слоев почвы, который играет важнейшую роль в эрозионно-гидрологическом процессе. Ее суть состоит в том, что при оттаивании верхнего слоя почвы по границе с мерзлым слоем происходит полное перекрытие всех пор почвы (за исключением макрокапиллярных) льдом и инфильтрация влаги в обычном ее понимании замещается процессом «термоинфильтрации» – протаиванием почвы в результате ее теплообмена за счет притока тепла извне. При этом талый слой почвы насыщается до полной влагоемкости, а мерзлый имеет естественный уровень увлажнения. Формирование ледяного экрана и обуславливает сток талых вод даже в условиях, когда мерзлые слои почвы весьма далеки от насыщения. Им также обосновано, что в летний период аналогично ледяному экрану в почве формируется слой со сплошной менисковой пленкой, что и обуславливает формирование дождевого стока даже при весьма низкой исходной влажности почвы.

Панов В. И., проработав 60 лет на Поволжской агролесомелиоративной опытной станции ВНИАЛМИ, внес большой вклад в совершенствование основ противоэрозионной мелиорации, созданных А. С. Козменко. Им разработана схема гидроэрозионной самоорганизации равнинного рельефа, созданы научные основы современного синергетического эрозиоландшафтоведения, рассчитаны оптимальные соотношения основных угодий (пашни – степи – леса – воды – поселений) для эталонного балочного и речного бассейновых агроландшафтов.

Опираясь на синергетическую парадигму и представления об открытых самоорганизующихся системах развития древне-эрозионного рельефа А. С. Козменко – Г. П. Сурмача, он вышел на принципы самоорганизации склоново-бассейновых элементов равнинного эрозионного рельефа суши и классификации самоорганизованной сухо-дольно-речной гидрографической сети.

Выполненные в отделе борьбы с эрозией почв ВНИАЛМИ разработки по аспектам теории рельефообразования составляют единое

целое с разработками в области гидрологических процессов. Выполнены обширные исследования по экспериментальной оценке природных факторов эрозионно-гидрологического режима территории водосборов и антропогенных приемов управления им (обработка почвы, лесо-лугомелиоративные мероприятия и гидротехнические приемы), обоснованы и проверены новые теоретические положения, объясняющие физику эрозионно-гидрологического процесса, созданы и апробированы физические и математические модели. Выдающаяся роль в этом принадлежит Г. П. Сурмачу. На опытных станциях и опорных пунктах ВНИАЛМИ в Орловской, Самарской и Волгоградской обл. им создана уникальная по широте охвата эрозионной проблемы сеть воднобалансовых и стоково-эрозионных стационаров, на которых исследования проводятся до настоящего времени. Они позволили выявить закономерности формирования поверхностного стока талых вод. Лично Г. П. Сурмачем и под его руководством на них выполнены многолетние исследования стокорегулирующей и противоэрозионной эффективности разных угодий (пашня, сенокосы, пастбища, лесные насаждения), способов основной обработки почвы, ее окультуривания, почвозащитных севооборотов, лесных полос и др. Эти материалы использованы при подготовке различных рекомендаций, составлении и реализации проектов противоэрозионных мероприятий в Курской, Орловской, Ульяновской, Волгоградской обл., Алтайском крае на площади в несколько сот тысяч га. Особенно важны в этом отношении экспериментальные и теоретические исследования факторов просачивания и стока дождевых и талых вод в почву. Особую актуальность имеют результаты экспериментальных оценок с применением методов дождевания, воднобалансовых площадок и использования метода напуска. Полученные в экспериментах материалы за период свыше 70 лет вошли в «золотой фонд науки». Они позволили, выдвинуть и обосновать новые теоретические положения, существенно уточняющие представления о физической природе гидрологических процессов, по-новому трактовать условия просачивания дождевых и талых вод в почву, что позволяет усовершенствовать существующие и разработать новые математические модели.

Его ученик А. Т. Барабанов, используя результаты собственных исследований, а также обобщения данных ВНИАЛМИ и литературных источников, дал оценку поверхностного стока талых вод с сельскохозяйственных угодий (рыхлая и уплотненная пашня); разработал

теоретические кривые вероятности превышения стока по многолетним рядам наблюдений (за период свыше 60 лет); выявил связь стока талых вод на зяби и уплотненной пашне с запасами воды в снеге и почве (в слое 0-50 см) перед снеготаянием, глубиной ее промерзания и продолжительностью снеготаяния; открыл закон лимитирующих факторов поверхностного стока талых вод. Суть закона лимитирующих факторов стока состоит в том, что при некотором (лимитирующем) значении одного из трех факторов (снегозапасы, увлажнение и глубина промерзания почвы) сток не формируется независимо от уровня двух других. Были определены максимальные значения факторов, при которых сток не формируется.

Для условий, при которых факторы формируются выше лимитирующих уровней, сток образуется и величина его зависит от увлажнения почвы и снегозапасов. Опираясь на выявленные закономерности и связи, он разработал статистические модели расчета поверхностного стока талых вод на уровне изобретения (патент № 2347222).

Впервые им теоретически исследовано, сформулировано и экспериментально подтверждено положение о том, что верхний (до 30 см) слой почвы в гидрологическом отношении как саморегулирующаяся система, способен поглотить и удержать определенное количество воды, равное дефициту влажности, максимальная величина которого в мерзлом состоянии может достигать полной влагоемкости верхнего слоя. То есть величина стока зависит от объема свободных пор в этом слое, который в свою очередь зависит от запасов влаги в почве. Знание закономерностей взаимодействия талой воды с мерзлой почвой позволило разработать теоретическую основу прогнозирования весеннего склонового стока и создать новую методику его расчета (патент № 2790452). Это позволяет более обоснованно подходить к разработке приемов регулирования стока и защиты почв от эрозии.

Коблев Ю. Н., ученик Козменко А. С., руководил Новосильской опытной станцией с 1973 по 1979 гг. Под его руководством были начаты и осуществлялись до 1980 г. новые исследования по рубкам ухода в насаждениях разного породного состава и назначения и по лесовозобновительным рубкам в береговых насаждениях. Им осуществлялась большая организационная работа по разработке и осуществлению в хозяйствах Нечерноземной зоны комплекса противоэрозионных мероприятий.

Борец В. П., ученик Сурмача Г. П., руководя Новосильской опытной станцией с 1979 по 1996 гг., расширил круг изучаемых вопросов. Наряду с исследованием закономерностей эрозионно-гидрологического и эрозионно-аккумулятивного процессов, выявления роли природных факторов в формировании стока, разработки системы противоэрозионных мероприятий было проведено изучение вопросов лесоводственных уходов разной интенсивности и лесовозобновительных рубок в защитных лесных насаждениях (ЗЛН), лесорастительных условий на эродированных землях, теплового баланса и энергетического режима территорий с системами ЗЛН, почвозащитной роли элементов и комплекса противоэрозионных мероприятий, лесосырьевой продуктивности и многофункциональной роли ЗЛН, экономической эффективности ЗЛН противоэрозионной устойчивости почв, продуктивности полевых и луговых угодий лесоаграрных ландшафтов.

Петелько А. И., ученик Сурмача Г. П., за длительный период работы на Новосильской станции (с 1965 г. по настоящее время) проводил исследования по эффективности противоэрозионных мероприятий в садах на склонах, разработке технологических основ формирования оптимальных агролесомелиоративных комплексов в целях управления эрозионно-гидрологическими процессами в системе ландшафтного земледелия, изучал биопродуктивность противоэрозионных ЗЛН и разрабатывал пути ее повышения, проводил исследования по повышению долговечности и агроэкологической эффективности ЗЛН для лесостепной зоны.

Им изучались закономерности эрозионно-гидрологического процесса при крупнополосном размещении сельскохозяйственных культур в системе контурных лесных полос; разрабатывались теоретические положения и практические приемы лесной мелиорации и хозяйственного использования присетевых склонов в овражно-балочной сети, разрабатывалась система агролесомелиоративных приемов рационального преобразования эрозионно-гидрологического режима водосборных бассейнов; исследовались новые приемы управления эрозионно-гидрологическим процессом на склоновых землях; изучалось влияние стокорегулирующих лесополос разной конструкции на природные факторы стока и эрозионно-гидрологического процесса.

В результате работы многих поколений ученых основы противоэрозионной мелиорации А. С. Козменко теперь получили название – адаптивно-ландшафтное земледелие. Целью адаптивно-ландшафтного

земледелия является создание таких условий, при которых сохранялись бы природные ландшафты, улучшались агроландшафты и восстанавливались деградированные земли. Адаптивно-ландшафтное земледелие – это сельскохозяйственная деятельность, при которой максимально учитываются особенности природных и антропогенных ландшафтов, требовательность сельскохозяйственных культур к условиям произрастания, оптимально реализуется ресурсный потенциал, каждый земельный участок используется с учетом его агроэкологической оценки.

Современное поколение ученых ФНЦ агроэкологии РАН (бывш. ВНИАЛМИ) – продолжателей дела великих учителей А. С. Козменко и Г. П. Сурмача (А. Т. Барабанов, А. И. Петелько, В. И. Панов, А. В. Кулик, О. А. Гордиенко, М. Р. Шайфуллин) – разработало технологию создания адаптивно-ландшафтной системы земледелия и продолжает создавать новые приемы регулирования стока и защиты почв от эрозии для будущих почвозащитных технологий. Они строятся на принципах адаптивно-ландшафтного обустройства территории и создания агролесомелиоративного экологического каркаса. Определяющим моментом агроландшафтного обоснования организации землепользования является типология земель (выделение контуров по однородным агроэкологическим условиям) и определение характера их использования, а также применение технологий, приемов и мероприятий, обеспечивающих нормальное функционирование агроэкосистем.

Таким образом, заложенные 100 лет назад основы противоэрозионной мелиорации получили достойное развитие и являются сейчас базой для эрозионнобезопасного высокопродуктивного земледелия на основе адаптивно-ландшафтного обустройства территории и создания агролесомелиоративного экологического каркаса.

Результаты многолетней работы легли в основу разработки «Научные основы автоматизированного проектирования и практическое применение агролесомелиоративных почвозащитных систем адаптивно-ландшафтного обустройства сельскохозяйственных земель Российской Федерации», которая была удостоена Премии Правительства РФ в 2001 г.

Литература

1. Кулик, К. Н. Оригинальная теория рельефообразования и основы противоэрозионной мелиорации А. С. Козменко / К. Н. Кулик, А. Т. Барабанов, В. И. Панов // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2018. – № 3(51). – С. 76-83.

2. У истоков современного отечественного эрозиоведения / К. Н. Кулик, А. С. Рулев, А. Т. Барабанов [и др.] // Агроэкология, мелиорация и защитное лесоразведение: материалы. науч.-практ. конф. – Волгоград: ФНЦ агроэкологии РАН, 2018. – С. 11-21.

3. От основ противоэрозионной мелиорации школы А. С. Козменко – Г. П. Сурмача к современным системам адаптивно-ландшафтного земледелия (история эрозиоведения ВНИАЛМИ) / А. Т. Барабанов, А. И. Петелько, В. И. Панов [и др.] // Научно-агрономический журнал. – 2021. – № 3. – С. 6-19.

4. Барабанов, А. Т. Развитие теоретических и прикладных аспектов агролесомелиорации в адаптивно-ландшафтном земледелии / А. Т. Барабанов // Агроэкология, мелиорация и защитное лесоразведение: материалы. науч.-практ. конф. – Волгоград: ФНЦ агроэкологии РАН, 2018. – С. 33-38.

Барабанов А. Т., заведующий лабораторией защиты почв от эрозии ФНЦ агроэкологии РАН, доктор с.-х. наук

ТУЛЬСКОЕ ГУБЕРНСКОЕ ЗЕМСТВО
45-ое ОЧЕРЕДНОЕ ЗЕМСКОЕ СОБРАНИЕ.

**КРАТКИЙ ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ
ОТЧЕТЪ**

ЗАВѢДУЮЩЕГО А. С. КОЗМЕНКО

О ХОДѢ ОЦѢНОЧНО-ГИДРОЛОГИЧЕСКИХЪ
ИЗСЛѢДОВАНИЙ

ВЪ 1909 ГОДУ

Типографія Тульского Губернскаго Правленія

О Г Л А В Л Е Н И Е

	Стр.
Организація работъ.....	27
Районъ изслѣдованій въ 1909 году.....	30
Краткіе выводы по изученному району. Чернскій уѣздъ и примыкающая къ нему юговосточная часть Бѣлевскаго уѣзда.....	33
Рельефъ мѣстности.....	33
Лощины и рѣчныя долины Чернскаго уѣзда.....	34
Значеніе рельефа въ оцѣнкѣ земель.....	38
Значеніе рельефа для воднаго хозяйства.....	40
Рельефъ водосбора р. Снѣжеда и Сальницы.....	41
Размывъ.....	44
Заносъ луговъ.....	49
Геологическое строеніе.....	50
Девонъ.....	50
Песчаный ярусъ.....	53
Лессовый ярусъ.....	56
Ледниковыя отложенія.....	57
Провальныя образованія.....	59
Значеніе провальныхъ образованій для оцѣнки земель.....	61
Значеніе проваловъ въ водоносности и водномъ хозяйствѣ района.....	63
Оползни береговъ.....	64
Причины оползней.....	65
Значеніе оползней для оцѣнки угодій и въ водномъ хозяйствѣ района.....	66
Водоносность.....	67
Грунтовыя воды.....	67
Ключи.....	69
Рѣки.....	71
Лѣсистость и Лѣса.....	71
Лѣсная площадь.....	71
Составъ и возрастъ естественныхъ лѣсныхъ насажденій.....	73
Подростъ и подлѣсокъ.....	74
Лѣсное хозяйство.....	75
Искусственное лѣсоразведеніе.....	75

Водное хозяйство Чернского уѣзда.....	77
Обеспеченность селеній водою.....	77
Водяныя мельницы Чернского уѣзда.....	78
Мѣропріятія по предупрежденію порчи земельныхъ угодій.....	79
Мѣропріятія противъ размыва.....	79
Предупредительныя мѣры противъ размыва и смыва береговъ.....	80
Предупредительныя мѣры противъ размыва дна.....	82
Мѣры противъ заноса луговъ.....	82
Мѣры противъ оползней.....	88
Предупрежденіе оползней при производствѣ различныхъ строительныхъ работъ.....	83
Мѣры, задерживающія оползень, уже появившійся.....	85
Мѣры противъ заболачиванія.....	85
Мѣропріятія по улучшенію водоносности и воднаго хозяйства.....	85
Пользованіе грунтовыми водами верхнихъ пластовъ.....	88
Ефремовскій уѣздъ.....	90
Рельефъ.....	91
Размывъ и смывъ.....	92
Геологическое строеніе.....	92
Провальныя образованія.....	94
Водоносность.....	94
Лѣса.....	94
Водное хозяйство Ефремовскаго уѣзда.....	95
Обеспеченность селеній водою.....	95
Водяныя мельницы Ефремовскаго уѣзда.....	96

КРАТКИЙ ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ ОТЧЕТЪ

**о ходѣ оцѣночно-гидрологическѣхъ изслѣдованій Тульской губерніи
въ 1909 году.**

Организація работъ.

Въ 1909 году оцѣночно-гидрологическія изслѣдованія производились въ Черномъ, Ефремовскомъ, Бѣлевскомъ и Новосильскомъ уѣздахъ. Какъ и въ прошломъ 1908 году, изслѣдованія подраздѣлялись на три категоріи работъ, которыя производились спеціальными партіями.

I. Работы гидрогеологическія производились партіей гидрогеологовъ, которая по особой инструкціи, прилагаемой къ отчету регистрировала *всѣ пункты порчи угодій, происходящихъ отъ дѣйствія водъ проточныхъ и подземныхъ.*

Въ районѣ изслѣдованій партія отмѣчала:

1) всѣ пункты *смыва почвы*, опредѣляя при этомъ площадь и интенсивность смыва и выясняя причины, обусловливающія смывъ;

2) всѣ пункты *размыва грунта* береговъ и дна лощинъ и рѣчныхъ долинъ, также мѣста *подмыва* береговъ; въ каждомъ случаѣ при этомъ отмѣчалась величина этихъ образований, величина роста ихъ, особо при этомъ отмѣчались тѣ пункты, гдѣ размывъ и подмывъ представляютъ опасность для строеній и дорогъ, какъ и въ предыдущемъ случаѣ, выяснялась причина появленія всѣхъ этихъ образований.

3) *Порчу угодій отъ дѣйствія водъ подземныхъ:*

а) *заболачиваніе почвы*: отмѣчалась площадь, интенсивность и причина заболачиванія,

в) *провальныя образования*, являющіяся результатомъ циркуляціи подземныхъ водъ,

с) всѣ „*оползневья*“ *образования* – продуктъ дѣятельности грунтовыхъ водъ, выражающейся въ сползаніи земляныхъ массъ береговъ лощинъ съ сопутствующими измѣненіями, какъ въ берегахъ, такъ и днѣ лощинъ – измѣненіями – всегда отрицательными, въ смыслѣ ухудшенія расположенныхъ въ такихъ пунктахъ угодій; при описаніи отмѣчалась площадь, интенсивность и причина этихъ образований;

д) всѣ мѣста *порчи угодій отъ заноса* различными выносами изъ промоинъ и водотоковъ и отложеніями рѣчныхъ потоковъ; здѣсь отмѣчалась площадь заноса, матерьяль выноса и причины заноса.

Въ программу работъ гидрогеологической партіи входило, кромѣ того, *описаніе всѣхъ лѣсныхъ насажденіи, расположенныхъ по лощинамъ и рѣчнымъ долинамъ и всѣхъ тѣхъ насажденій, которыя расположены вблизи лощинъ*; партіей провѣрялась и величина вообще лѣсной площади показанной на трехверстной картѣ Генеральнаго Штаба.

Описаніе лѣсовъ, какъ одного изъ главныхъ факторовъ, предохраняющихъ угодія отъ размыва и вліяющихъ на режимъ грунтовыхъ водъ, – производилось по особой программѣ; при описаніи каждаго насажденія отмѣчалась порода лѣса, возрастъ, полнота, подростъ, подлѣсокъ и почвенный покровъ. Лѣсныя насажденія въ лощинахъ описывались отдѣльно по каждому берегу и по дну.

Въ періодъ отъ начала работъ (первыя числа мая) до періода уборки травы гидрогеологами изучалось *вліяніе влажності, рельефа и грунтовыхъ водъ на ботанической составъ луговыхъ травъ* по лощинамъ и рѣчнымъ долинамъ.

Для выясненія геологическаго строенія, (какъ фактора вліяющаго на интенсивность размыва и обуславливающаго то или иное залеганіе и циркуляцію грунтовыхъ водъ), – партія гидрогеологовъ производила *подробную геологическую съемку*; при этой съемкѣ помимо изученія состава, мощности, условій залеганія породъ и ископаемыхъ каждаго пласта, *изучалась пригодность породъ для различныхъ строительныхъ и промышленныхъ цѣлей*; приче́мъ отмѣчались всѣ тѣ пункты, гдѣ известная порода, имѣющая какую либо цѣнность выходитъ на дневную поверхность.

Въ пунктахъ болѣе или менѣе значительныхъ залежей желѣзныхъ рудъ, глинъ и торфа брались образцы, которые отсылались для изслѣдованія въ лабораторію.

Изученіе водоносныхъ пластовъ и выходовъ ихъ на поверхность въ видѣ ключей производилось гидрогеологами. Для каждаго района опредѣлялось число водоносныхъ пластовъ, ихъ обиліе, глубина залеганія и районъ питанія – условія необходимыя для выясненія съ одной стороны причинъ порчи угодій отъ дѣйствія водъ подземныхъ, съ другой – для выясненія обезпеченности водою, какъ всѣхъ селеній района, такъ и отдаленныхъ отъ нихъ участковъ земли. Это же изученіе водоносныхъ пластовъ имѣло кромѣ всего этого отношеніе къ вопросу объ условіяхъ *питанія мѣстныхъ рѣкъ*, что въ свою очередь имѣло значеніе для выясненія *работы водяныхъ мельницъ*, расположенныхъ по рѣкамъ.

Для выполненія всѣхъ вышеупомянутыхъ работъ по выясненію порчи угодій, изученія лѣсовъ, геологическаго строенія и водоносности, гидрогеологи производили въ изслѣдываемомъ районѣ объѣздъ всѣхъ безъ исключенія рѣчныхъ долинъ и лощинъ со всѣми ихъ отвершками, изучая здѣсь шагъ за шагомъ всѣ упомянутые выше вопросы.

II. Работы нивелировочныя имѣли цѣлью составленіе высотной карты, служащей основаніемъ для всѣхъ выводовъ относительно районовъ усиленнаго смыва почвы и размыва грунта, глубины залеганія и направленія паденія каждаго водоноснаго пласта, условій залеганія и паденія всѣхъ геологическихъ пластовъ, наконецъ, для вы-

яснения величины падения рѣкъ, одного изъ главныхъ факторовъ для опредѣленія работы вододѣйствующихъ заведеній.

Нивелировочныя работы подраздѣлялись на три категоріи: 1) въ обслѣдуемомъ районѣ намѣчалась основная нивелировочная сѣть въ видѣ замкнутыхъ многоульниковъ, по которымъ производилось точное (прецизионное) нивелированіе; 2) внутри этой сѣти намѣчалась сѣть 2-го разряда, по которой производилась нивелировка обычнымъ (геометрическимъ) способомъ; 3) въ предѣлахъ уже этой сѣти, привязанной къ основной сѣти, производилось детальное барометрическое нивелированіе, при этомъ наивысшіе пункты всѣхъ водораздѣловъ, разграничивающихъ, какъ главныя рѣчныя долины, такъ и водосборъ одной лощины отъ другой, – опредѣлялись партіей гидротехниковъ, тогда какъ уровни рѣкъ, устья каждой лощины при впаденіи въ главный стволъ, опредѣлялись гидрогеологами; ими же опредѣлялись высота береговъ въ мѣстахъ опредѣленія барометрическихъ высотъ; такимъ образомъ получились всѣ данныя для составленія подробной рельефной карты.

III. Обслѣдованіе селеній въ отношеніи обезпеченности ихъ водою производилось партіей гидротехниковъ; въ районѣ, подвергавшемся обслѣдованію, производилось описаніе всѣхъ безъ исключенія селеній и небольшихъ поселковъ^{*)}, причемъ описаніе большихъ селеній велось по отдѣльнымъ обществамъ, если на таковыя раздѣлялись эти большія селенія. Въ каждомъ селеніи регистрировались всѣ имѣющіеся въ немъ водоемы (пруды, колодцы, рѣки), опредѣлялись ихъ размѣры и способы пользованія ими, отмѣчалось ихъ санитарное состояніе. Изъ тѣхъ водоемовъ, водой которыхъ пользуются для питья, брались пробы воды для анализа, попутно обслѣдовалась степень достаточности и пригодности водоемовъ для противопожарныхъ цѣлей. Помимо этого для каждаго селенія выяснилась отдаленность крайнихъ полей отъ селенія и обезпеченность водоемами этихъ отдаленныхъ участковъ.

Описаніе всѣхъ водяныхъ мельницъ по рѣкамъ изслѣдуемаго района производилось партіей гидротехниковъ. На каждой мельницѣ опредѣлялась нивелировкой высота подпора мельничной плотины, измѣрялись размѣры плотинъ, вешняка и описывался способъ устройства плотины, матеріаль ея, способъ пропуска весенней воды, типы двигателей и число ихъ, собирались свѣдѣнія о родѣ работы и ея продолжительности.

Для сужденія *о запасѣ механической работы рѣкъ*, на каждой рѣкѣ и ея притокахъ гидротехнической партіей *опредѣляется расходъ всѣхъ ключей и ручьевъ* питающихъ рѣку, мѣстонахожденіе коихъ точно намѣчалось партіей гидрогеологовъ. Изъ всѣхъ болѣе или менѣе значительныхъ ключей брались пробы воды для анализа, причемъ сокращенный анализъ воды производился на мѣстахъ, тогда какъ воды особенно сильныхъ ключей (также какъ воды изъ всѣхъ буровыхъ скважинъ) отправлялись для подробнаго анализа въ Тулу.

^{*)}Описаніе хуторовъ производилось гидрогеологами попутно при объѣздѣ ими лощинъ.

Здѣсь въ Тулѣ все время функционировала *химическая лабораторія* куда направлялись для изслѣдованія помимо образцовъ воды, также образцы желѣзныхъ рудъ, глинь, песковъ, известняковъ, торфа, прудового ила. Эта же лабораторія во время лѣтняго періода снабжала участниковъ полевыхъ изслѣдованій необходимыми реактивами для производства сокращенныхъ анализовъ воды.

Во время полевыхъ изслѣдованій партіей гидрогеологовъ и гидротехниковъ попутно производилось *исправление трехверстной карты Генеральнаго Штаба*.

Исправленія эти состояли въ слѣдующемъ: 1) отмѣчались измѣненія въ направленіи показанныхъ на планѣ дорогъ, изъ которыхъ многія со времени составленія карты (1845 г.), или уничтожились, или превратились въ рубежи или, наконецъ, измѣнили направленіе; 2) всѣ новыя селенія, появившіяся послѣ составленія карты, нанесены на планъ, 3) исправлялась площадь, занятая существующими со времени составленія карты селеніями, каковая площадь въ большинствѣ случаевъ увеличилась, 4) исправлялось мѣстонахожденіе тѣхъ селеній, которыя въ настоящее время переведены на другія мѣста, 5) при каждомъ селеніи проставлялось обычное и наиболѣе принятое для данной мѣстности названіе селенія, помимо названія показаннаго на картѣ (послѣднее часто, какъ выяснилось, не бывало извѣстно даже жителямъ того селенія, къ которому это названіе относилось), 6) исправлялись, наконецъ, всѣ замѣченныя неточности и ошибки, вкравшіяся въ трехверстную карту (неправильное расположеніе лоцинь, неправильная длина ихъ и др.)

Попутно во время изслѣдованій, гидрогеологами собирались образцы различныхъ горныхъ породъ: известняковъ, доломитовъ, песчаниковъ, желѣзняковъ, глинь, песковъ, торфа, образцы минераловъ, образцы строительныхъ матеріаловъ, различныхъ палеонтологическій матерьялъ (ископаемыя животныя и растенія), образцы луговой и болотной флоры, древесныхъ и кустарниковыхъ породъ. Помимо этого гидрогеологами произведено много фотографическихъ снимковъ съ различныхъ физико-геологическихъ явленій, геологическихъ обнаженій, гидротехническихъ сооружений. Все собранное можетъ послужить богатымъ матерьяломъ для естественноисторическаго музея.

Районъ изслѣдованій въ 1909 году.

Полевые изслѣдованія въ 1909 году были начаты въ первыхъ числахъ мая и закончены во второй половинѣ октября.

Гидрогеологическія изслѣдованія производили четыре гидрогеолога: Ю. К. Зографъ, А. С. Козменко, Ф. В. Лунгерсгаузенъ и Б. А. Можаровскій.

Ю. К. Зографъ въ Чернскомъ уѣздѣ производилъ обслѣдованіе водосбора рѣки Студенца съ притокомъ его Нарѣчье, въ Ефремовскомъ уѣздѣ – водосборъ рѣки Гоголя.

А. С. Козменко обследовал водосборъ верховьевъ рѣки Зуши въ Чернскомъ уѣздѣ, водосборъ праваго берега рѣки Грязной, притока Зуши^{*)}, водосборъ рѣки Филиной-Зуши, праваго притока Зуши, водосборъ праваго берега Зуши отъ устья р. Грязной до устья Филиной-Зуши; послѣдніе два водосбора включили всю оставшуюся отъ прошлаго года необследованную часть Новосильскаго уѣзда; водосборъ Ситовой Мечи въ предѣлахъ Чернскаго уѣзда, водосборъ р. Каменки (притока Ситовой Мечи) до впаденія въ него ручья Грязного (въ предѣлахъ Чернскаго и Ефремовскаго уѣздовъ), водосборъ р. Снѣжеда с притокомъ Малый Снѣжедь, водосборъ р. Сальницы съ притоками (Любень), водосборъ праваго берега рѣки Зуши въ нижнемъ ея теченіи отъ пункта вхожденія ея въ Чернскій уѣздъ и до впаденія ея въ р. Оку.

Послѣдніе три водосбора (Снѣжедь, Сальница и правый берегъ Зуши) включили въ себя юговосточную часть Бѣлевскаго уѣзда; въ Ефремовскомъ уѣздѣ: водосборы рѣкъ Любашевки, Кобыленки, Тюртеня, Семенька съ притокомъ Латышкомъ, водосборъ праваго берега Красивой Мечи отъ устья Семеньки до выхода ея изъ Ефремовскаго уѣзда въ предѣлы Тамбовской губерніи.

Ф. В. Лунгерсгаузенъ въ Чернскомъ уѣздѣ производилъ обследованіе водосбора р. Черни съ притокомъ ея Угодью, водосборъ праваго берега р. Зуши въ южной части Чернскаго уѣзда, водосборъ лоцинь, относящихся къ системѣ р. Зароши въ предѣлахъ Чернскаго уѣзда; водосборъ рѣкъ Лазовки и Орева въ предѣлахъ Ефремовскаго и Новосильскаго уѣздовъ, водосборъ рѣки Лѣсные Локотцы съ притокомъ Полевые Локотцы.

Б. А. Можаровскій въ Чернскомъ уѣздѣ производилъ обследованіе водосбора рѣки Ровки (притока р. Черни), водосборъ р. Плавы съ притоками Плавицей, Озерновкой, Абражкомъ, водосборъ р. Локны въ предѣлахъ Чернскаго уѣзда.

Нивелировочныя работы по нанесенію основной сѣти производились двумя лицами:

Я. М. Катусевъ производилъ прецізійное нивелированіе въ предѣлахъ Чернскаго и части Новосильскаго уѣздовъ; имъ былъ замкнутъ большой полигонъ, начатый въ прошломъ году въ Новосильскомъ уѣздѣ (Воиново-Ладыжено-Булычи-Орликъ-Спасское-Языково) и начать 2-ой полигонъ, захватывающій Чернскій и Крапивенскій уѣзды съ вѣтвью на Бѣлевскій уѣздъ. Пройдено прецізійнымъ нивелированіемъ около 100 верстъ.

Нивелировку 2-го разряда производилъ *Н. Г. Рыхальскій*; имъ закончена въ предѣлахъ Чернскаго уѣзда нивелировочная сѣть 2-го разряда и произведена нивелировка сѣти 2-го разряда во всемъ почти Бѣлевскомъ уѣздѣ, за исключеніемъ крайняго сѣвернаго угла уѣзда, гдѣ эта сѣть должна непосредственно связаться съ сѣтью Одоевскаго уѣзда. Всего имъ пройдено 320 верстъ.

Барометрическое нивелированіе въ предѣлахъ основной сѣти производилось гидрогеологической и гидротехнической партіей. Гидрогеологами было произведено 3600 барометрическихъ опредѣленій высотъ, гидротехниками 1430 опредѣленій.

^{*)}Лѣвый берегъ, принадлежащій Новосильскому уѣзду былъ обследованъ въ прошломъ году.

Гидротехническая партія состояла изъ двухъ гидротехниковъ: Ф. В. Фойгта (руководитель гидротехнической партіи) и В. Д. Крашенинникова и трехъ помощниковъ гидротехниковъ: А. В. Силина, А. С. Назарова и Я. А. Рогачева. Эта партія по программѣ, прилагаемой къ отчету, обследовала всѣ селенія Чернскаго и Ефремовскаго уѣздовъ; въ первомъ 391 селеній, во второмъ 434 селеній. Кромѣ того этой же партіей описаны всѣ водяныя мельницы по рѣкамъ Чернскаго и Ефремовскаго уѣздовъ; (въ Чернскомъ 56 мельницъ, въ Ефремовскомъ 78 мельницъ).

Въ періодъ полевыхъ изслѣдованій ежемѣсячно происходили совмѣстныя совѣщанія гидрогеологической, нивелировочной и гидротехнической партій, на которыхъ обсуждались вопросы организаціоннаго характера, намѣчался порядокъ работъ на ближайшее время; каждымъ участникомъ партіи давался отчетъ о произведенныхъ работахъ со времени послѣдняго совѣщанія и представлялись краткіе выводы по изученному району. Всѣ журналы совѣщанія отсылались въ Губернскую Управу. Работы въ химической лабораторіи, какъ во время лѣтняго, такъ и во время зимняго періода, производились лаборантомъ *С. И. Тюремовымъ*. Имъ были произведены анализы воды (62 сокращен. анализ. и 3 полныхъ), анализы желѣзныхъ рудъ (10 образцовъ), механической и химическіе анализы глинъ (9 образцовъ), анализы торфовъ (60 образцовъ), анализъ прудового ила (1 образецъ), анализъ известняковъ (7 образцовъ).

Помимо изслѣдованій, производившихся упомянутыми партіями, истекшимъ лѣтомъ геологомъ В. А. Жуковымъ безвозмездно былъ взятъ трудъ подробнаго изученія ископаемой фауны девонскихъ геологическихъ пластовъ, для сравненія таковыхъ съ пластами ранѣе изученными геологами въ другихъ районахъ Европейской Россіи. Въ указанныхъ гидрогеологами характерныхъ пунктахъ В. А. Жуковымъ изучалась ископаемая фауна пластовъ, послѣдовательное налеганіе которыхъ другъ на друга ранѣе было точно опредѣлено гидрогеологической партіей; послѣ чего имъ были посѣщены нѣкоторыя мѣстности внѣ предѣловъ Тульской губерніи, гдѣ девонскіе пласты до того времени были изслѣдованы другими учеными. Изъ таковыхъ мѣстъ имъ были посѣщены Орель, Мценскъ и Елецъ. Весь собранный матеріалъ по ископаемому, В. А. Жуковъ по его обработкѣ обѣщаль предоставить въ распоряженіе Тульскаго Губернскаго Земства.

По просьбѣ завѣдующаго гидрогеологическими изслѣдованіями, въ Агрономической лабораторіи Московскаго Университета профессоръ А. Н. Сабанинъ любезно согласился произвести безвозмездно, подъ его руководствомъ, анализы прудового ила изъ различныхъ мѣстъ Тульской губерніи (Новосильск. и Бѣлевск. уѣздовъ), съ цѣлью выясненія удобриельныхъ свойствъ этихъ иловъ. Помимо химическаго и механическаго анализовъ, въ той же лабораторіи были произведены съ иломъ вегетаціонныя опыты въ сосудахъ. Данныя анализы и вегетаціонныхъ опытовъ будутъ приведены въ подробномъ отчетѣ.

КРАТКІЕ ВЫВОДЫ ПО ИЗУЧЕННОМУ РАЙОНУ.

1. Чернскій уѣздъ и примыкающая къ нему юговосточная часть Бѣлевскаго уѣзда.

А. Рельефъ мѣстности.

Подробная разработка всѣхъ нивелировочныхъ данныхъ, которыя могутъ дать понятіе о всѣхъ деталяхъ рельефа мѣстности, въ настоящее время еще не закончена, тѣмъ не менѣе на основаніи уже полученныхъ предварительныхъ данныхъ можно сдѣлать слѣдующіе выводы относительно характера рельефа вышеупомянутаго района.

Юго-восточная часть Чернскаго уѣзда представляетъ собою районъ, гдѣ находятся наибольшія высоты надъ уровнемъ моря, какъ главныхъ водораздѣловъ (отдѣляющихъ систему одной рѣки отъ другой) такъ и водораздѣловъ второстепенныхъ, отдѣляющихъ водосборъ лоцинь, впадающихъ въ одну и ту же рѣчную долину. Здѣсь имѣются наивысшіе пункты не только для всего Чернскаго уѣзда, но также для всей Тульской губерніи и даже для всей центральной части Европейской Россіи. Наибольшія высоты надъ уровнемъ моря представляютъ водораздѣльные пункты около села Раева, гдѣ высота мѣстности достигаетъ 140 сажень надъ уровнемъ моря. Въ этихъ мѣстахъ берутъ начало самые верхніе стволы лоцинь многихъ рѣкъ Тульской губерніи, которые расходятся отсюда по различнымъ направленіямъ; здѣсь имѣются верхніе стволы лоцинь рѣкъ: Зуши, Плавы, Пластицы (притока Плавы), Ситовой Мечи, Каменки (притока послѣдней).

Три первыя рѣки принадлежатъ системѣ рѣки Оки, вторыя – системѣ р. Дона.

Довольно близко отъ Раева (въ 10-20 верстахъ) имѣются и крайніе верхніе стволы системъ рѣкъ: Красивой Мечи, Упы (притока Оки), Черни (притока Зуши) Роски, Студенца (лѣвые притоки Черни) и Филиной Зуши (праваго притока Зуши). Такимъ образомъ районъ около села Раева можно съ полнымъ правомъ назвать областью истоковъ главныхъ рѣкъ Тульской губерніи.

Отсюда мѣстность къ сѣверу и западу понижается, высоты главныхъ и второстепенныхъ водораздѣловъ становятся меньше: въ западной и сѣверной части высоты водораздѣловъ въ среднемъ колеблются отъ 110-120 сажень однако нѣкоторые водораздѣлы сохраняютъ еще довольно значительную высоту, не достигающую впрочемъ высоты раевскаго района.

Въ то время какъ абсолютныя высоты водораздѣловъ по мѣрѣ движенія къ западу и сѣверу отъ раевскаго района уменьшаются не особенно быстро, уровни рѣки, которыя текутъ отсюда въ разныя стороны (главнымъ образомъ къ западу) по мѣрѣ теченія внизъ по

нижаютъ свою абсолютную высоту гораздо быстрее, чѣмъ водораздѣлы въ томъ же направленіи. Отсюда получается важное свойство рельефа Чернскаго уѣзда, константированное въ прошломъ году и для всего Новосильскаго уѣзда, именно, въ каждомъ водосборѣ рѣки *разность абсолютныхъ высотъ водораздѣловъ и уровня рѣкъ въ соответствующихъ частяхъ водосбора увеличивается отъ верховьевъ рѣки къ устью.*

Для различныхъ рѣкъ эта разность высотъ увеличивается неодинаково на одномъ и томъ протяженіи рѣки. Рѣка Ситовая Мечъ выходитъ изъ уѣзда съ уровнемъ рѣки, лежащемъ на 80 сажень выше уровня моря, такія же почіи высоты имѣются и для уровня Плавы при выходѣ изъ уѣзда. Рѣка Зуша выходитъ изъ уѣзда съ абсолютной высотой въ 95 сажень, затѣмъ входитъ въ Новосильскій уѣздъ, пройдя здѣсь значительный путь, она выходитъ изъ этого уѣзда въ предѣлы Орловской губерніи, касаясь однако на нѣкоторомъ протяженіи границы Чернскаго уѣзда, уже съ абсолютной высотой около 65 сажень, въ этомъ районѣ ея теченія въ нее впадаетъ рѣка Чернь. Далѣе Зуша идетъ до города Мценска, отсюда снова подходитъ къ западной границѣ Чернскаго уѣзда и идетъ около послѣдней вплоть до впаденія своего въ рѣку Оку, что происходитъ на высотѣ около 60 сажень.

Отсюда видно, что рѣки, текущія на западъ въ область теченія Зуши съ низкой абсолютной высотой, будутъ имѣть паденіе гораздо больше, чѣмъ рѣки, текущія на сѣверъ и югъ. Но такъ какъ высоты водораздѣловъ въ тѣхъ же направленіяхъ, какъ и теченія рѣкъ, понижаются сравнительно мало, то благодаря этому получается, что разность водораздѣловъ и уровня рѣкъ въ водосборахъ Плавы, Пластицы, Ситовой Мечи, Зуши въ верхнемъ теченіи достигаютъ 30-35 сажень, въ районѣ-же нижняго и даже средняго теченія рѣкъ Черни, Роски, Студенца разность достигаетъ въ нѣкоторыхъ пунктахъ уже 50-60 сажень. Изъ сказаннаго видно, что *разница высотъ водораздѣловъ и уровней рѣкъ текущихъ на западъ и юго-западъ въ область нижняго теченія Зуши по мѣрѣ движенія отъ истоковъ къ устью увеличивается гораздо быстрее, чѣмъ рѣкъ, текущихъ въ другія стороны.*

Такъ какъ въ томъ же самомъ направленіи происходитъ приближеніе водораздѣльныхъ линій къ рѣчнымъ долинамъ, то отсюда вытекаетъ, что средній уклонъ водосборной площади рѣкъ первыхъ (Роски, Студенца, Угоди, Снѣжеда) увеличивается отъ верховья къ низовью гораздо быстрее чѣмъ рѣкъ вторыхъ (Планы, Пластицы, Ситовой Мечи, Зуши въ верхнемъ теченіи). Наибольшей величины уклонъ водосборной площади и разность высотъ водораздѣловъ и рѣкъ достигаетъ въ районѣ нижняго теченія рѣкъ Студенца, Черни и Снѣжеда.

Лощины и рѣчныя долины Чернскаго уѣзда.

Различная величина уклона водосборныхъ площадей въ различныхъ пунктахъ Чернскаго уѣзда весьма рѣзко отражается на формѣ и величинѣ лощинъ и рѣчныхъ долинъ, которыми разсѣкается въ различныхъ направленіяхъ уѣздъ. Подъ *лощиной* партія

подразумѣваетъ естественное углубленіе, служащее для стока природныхъ водъ съ поверхности земли, углубленіе болѣе или менѣе законченное въ своемъ образованіи и если подвергающееся нѣкоторымъ измѣненіямъ, то только въ своихъ элементахъ, каковыми служатъ дно и берега лощины. Лощину небольшихъ размѣровъ, берега которой еле замѣтны и которые притомъ сливаются постепенно съ окружающею поверхностью, партія называетъ *ложбиной*, тогда какъ лощину (большею частью большею частью большихъ размѣровъ) служащую для стока рѣки – *рѣчной долиной*.

Изслѣдованіе какъ нынѣшняго, такъ и предъидущаго года показало, что какъ рѣчныя долины, такъ и лощины въ описываемомъ районѣ, есть образованіе весьма древнее, не только доисторическое, но даже для многихъ лощинъ и доледниково^{*}), на это между прочимъ указываютъ задернованные „хвосты“ (крайнія верхнія части) всѣхъ почти лощинъ и нахожденіе въ отложеніяхъ dna лощинъ остатковъ вымершихъ послѣтретичныхъ животныхъ какъ въ среднихъ, такъ и въ верхнихъ частяхъ лощинъ, причемъ въ послѣднихъ пунктахъ даже въ слое торфа около (1.5 сажени мощности), изъ чего видно, что лощины къ періоду существованія здѣсь этихъ вымершихъ животныхъ не только сформировались, но даже къ тому времени уже по дну ихъ образовался значительный слой торфа.

Изученіе лощинъ показало, что всѣ измѣненія, просходящія въ настоящее время въ элементахъ ихъ (берегахъ и днѣ), въ видѣ образованія растущихъ промоинъ въ берегахъ и хвостѣ лощины и въ видѣ образованія растущихъ „водотоковъ“ – сухихъ русель по дну лощинъ, – обязаны своимъ происхожденіемъ измѣненіямъ въ условіяхъ стока весеннихъ и ливневыхъ водъ, происшедшимъ уже въ историческое время и продолжающимся по настоящее время, измѣненіямъ, вызваннымъ распашкой поверхности и уничтоженіемъ лѣсовъ, каковыя два фактора повели за собой увеличеніе интенсивности стока съ сопутствующимъ послѣднему увеличеніемъ энергіи размыва. Объ этихъ новообразованіяхъ въ лощинахъ будетъ сказано нѣсколько ниже, здѣсь же слѣдуетъ указать, что изученіе рельефа Чернскаго уѣзда показало, что *форма и величина лощинъ обуславливаются главнымъ образомъ величиной разности высоты водораздѣловъ и уровней рѣкъ, системъ которой принадлежитъ данная лощина, уклономъ и величиной водосборной площади ея*. Въ то время, какъ въ восточной части Чернскаго уѣзда (волости Раевская, Языковская, Сергіева на Зуши, Алексѣевская, Скородненская) наблюдается масса лощинъ съ низкими пологими берегами (1-2 саж.), съ пологимъ и ровнымъ дномъ, а въ районѣ около Раева и Языкова лощины во многихъ мѣстахъ имѣютъ даже видъ ложбинъ, тянущихся на большомъ протяженіи, – то, двигаясь отсюда къ сѣверу и югу, а тѣмъ болѣе къ западу^{**}), въ каковомъ направленіи, какъ упоминалось, особенно рѣзко происходитъ увеличеніе разности высотъ и уклона поверх-

^{*})Во время такъ называемой „ледниковой эпохи“ (предшествовавшей каменному вѣку) большая часть Чернскаго уѣзда была свободна отъ ледника; послѣдній тогда покрывалъ мѣстность къ сѣверу и западу отъ описываемаго района.

^{**})Нижнее теченіе Ситовой Мечи, Плавы, Пластицы, верхнее теченіе Филиной Зуши, Студенца, Роски, Черни, Угоди, Снѣжеда.

ности, можно уже видѣть, какъ даже въ верхнихъ частяхъ лощинъ, дно дѣлается крутымъ, берега почти отъ хвоста рѣзко обрисовываются и быстро увеличиваются въ высоту при этомъ увеличивается и ихъ крутизна; ровное дно лощинъ въ такихъ районахъ можно видѣть гораздо рѣже, чѣмъ въ первомъ районѣ, обычно здѣсь появляется довольно близко отъ хвоста лощины особое новообразование въ видѣ водотока, (сухого русла по дну), о чемъ будетъ сказано нѣсколько ниже.

Наконецъ, въ западной части, въ нижнихъ частяхъ теченія рѣкъ Черни, Студенца, Снѣжеда, въ районѣ съ наибольшею разностью высотъ водораздѣловъ и рѣкъ и съ наибольшимъ уклономъ водосборовъ, – глубина лощинъ достигаетъ своего максимума (10-15 саж.), крутизна дна становится до того большой, что водотокъ уже не только разсѣкаетъ все дно лощины до хвоста, но даже часто врѣзается за лощину въ окружающую площадь; участки лощинъ съ нетронутымъ ровнымъ дномъ являются здѣсь рѣдкимъ исключеніемъ и приурочены къ хвостамъ лощинъ, при томъ на весьма незначительной длинѣ. Все сказанное наблюдается и въ рѣчныхъ долинахъ, низкіе берега которыхъ болѣе свойственны верхьямъ рѣкъ Зуши, Плавы, Пластицы, Ситовой Мечи, тогда какъ берега рѣкъ Роски, Студенца, Черни въ среднемъ гораздо выше.

Исслѣдованія нынѣшняго года подтвердили весьма важный законъ въ распределеніи крутыхъ и пологихъ береговъ въ лощинахъ, обнаруженный еще въ прошломъ году въ Новосильскомъ уѣздѣ. Оказывается, что во всѣхъ частяхъ Чернскаго уѣзда, внѣ зависимости отъ величины разности высотъ водораздѣловъ и дна лощинъ, въ большомъ стволѣ сѣти лощинъ, тамъ, гдѣ водосборъ лощинъ достигаетъ болѣе или менѣе значительной величины (свыше 1500-2000 десятинъ), гдѣ лощина принимаетъ видъ „суходола“ (переходной стадіи отъ лощинъ къ рѣчной долино) – начинаетъ обнаруживаться рѣзкое различіе въ крутизнѣ противоположныхъ бере – *сѣверный берегъ*, скатъ котораго слѣдовательно обращенъ къ югу, бываетъ крутымъ, противоположный, *южный берегъ*, со скатомъ обращеннымъ къ сѣверу, бываетъ пологій; въ лощинахъ *меридіональныхъ* крутымъ бываетъ болѣею частью *восточный берегъ*, а пологимъ западный. Наболѣе рѣзко эта разница проявляется въ первомъ случаѣ; въ послѣднемъ случаѣ (меридіональное направленіе) особенно рѣзкая разница бываетъ тогда, когда лощина имѣетъ направленіе съ СЗ. на ЮВ; въ этихъ случаяхъ берегъ сѣверо-восточный (со склономъ къ юго западу) бываетъ крутымъ, противоположный – пологимъ. Такое различіе въ крутизнѣ береговъ вызывается *неравномернымъ нагрѣваніемъ солнцемъ поверхности береговъ*. Въ періодъ сформированія лощинъ эта неодинаковая *инсоляція* обуславливала сильное изсушеніе береговъ, непосредственно обращенныхъ къ солнцу, вслѣдствіе чего на этихъ берегахъ были неблагоприятныя условія для произрастанія травянистой растительности, которая могла бы оказать значительное сопротивленіе размывающей дѣятельности воды, какъ текущей по дну лощины, такъ и стекающей по берегамъ. На противоположныхъ берегахъ, благодаря затѣненію, большая влажность береговъ способствовала появленію на нихъ густого травяного покро-

ва, который и препятствовал размыву грунта. Однако такое сопротивление поверхности берегов размыву должно было особенно проявляться там, гдѣ къ условіямъ избыточнаго увлаженія присоединялись условія почвенныя, что должно было быть въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ лощина прорѣзаетъ известковыя породы, на которыхъ травянистый покровъ могъ про-изростать весьма плохо. Этимъ обстоятельствомъ и объясняется указанный выше фактъ появленія неодинаковой крутизны береговъ не отъ самаго верховья (хвоста) лощины, а че-резъ извѣстное разстояніе отъ него, и именно тамъ, гдѣ лощина уже начинаетъ прорѣзать известковые пласты.

Изслѣдованія показали, что *неравномѣрное наирѣваніе* солнцемъ различныхъ бе-реговъ *оказываетъ вліяніе* также и на *составъ* травяной и лѣсной растительности въ этихъ берегахъ, причѣмъ такая роль инсоляціи главнымъ образомъ обнаруживается въ лощинахъ широтнаго направленія. Въ этихъ лощинахъ ранней весной весьма рѣзко бро-сается въ глаза *неодинаковая окраска травяного покрова*; въ то время какъ сѣверный бе-регъ (со склономъ къ югу) имѣетъ ярко зеленую поверхность, противоположный берегъ имѣетъ буроватую окраску, весьма напоминающую цвѣтъ выжженной травы. Изслѣдо-ванія ботаническаго состава травъ обоихъ береговъ показали, что въ сѣверномъ берегу, болѣе нагрѣваемомъ солнцемъ, преобладаютъ растенія сухихъ мѣстъ; здѣсь растутъ: по-дорожникъ, одуванчикъ, поповникъ, злаки, клеверъ бѣлый, звѣздчатка, львиный зѣвъ, ромашка, мятлики, погребокъ, гвоздика, черноголовка, клубника, трясунка и др.; въ про-тивоположномъ, южномъ, затѣненномъ берегу (со склономъ къ сѣверу) преобладаютъ, напротивъ, растенія сыроватыхъ мѣстъ: манжетка, земляника, щавель обыкновенный, козлобородникъ и масса мха изъ рода *Nurphnum*, который и придаетъ этому берегу буро-ватую окраску ранней весной, въ каковое время другія растенія еще мало выросли. Уси-ленная влажность этого „мшистаго“ берега вызывается помимо меньшаго нагрѣванія его солнцемъ еще и тѣмъ обстоятельствомъ, что на этомъ берегу медленно таетъ нанесенный на берегъ снѣгъ, который лежитъ здѣсь долгое время, иной разъ до середины мая, и по-этому вода не скатывается съ него, а вся впитывается въ почву.

Меньшее нагрѣваніе южнаго берега (со склономъ къ сѣверу), а также меньшее нагрѣваніе и прилегающей къ нему площади, обуславливаетъ болѣе медленный стокъ на немъ весеннихъ водъ, что въ свою очередь вызываетъ отложеніе большого количе-ства на этомъ берегу иловатыхъ частицъ, несомыхъ водою, почему южный берегъ ши-ротныхъ лощинъ бываетъ даже въ верхнихъ частяхъ лощинъ нѣсколько положи сѣвер-наго. Отложившіеся на немъ рыхлые иловатые наносы еще болѣе увеличиваютъ влаж-ность; это обстоятельство выясняетъ присутствіе здѣсь растеній иловатыхъ почвъ, рас-теній болѣею частью съ сильно развитыми подземными корневыми частями (корне-вищами и корнями) въ родѣ щавеля и козлобородника, изъ коихъ первый на этихъ бере-гахъ всегда почти роскошно развивается, или въ родѣ такого растенія (ядовитаго), какъ чемерица, ютящагося у подножія южнаго берега широтныхъ лощинъ.

Этот послѣдній берег интересенъ и тѣмъ, что въ немъ особенно сильно бываютъ распространены кочки, – продуктъ дѣятельности землероекъ, каковыя животныя находятъ здѣсь, повидимому, весьма удобное мѣсто для своихъ гнѣздъ, благодаря рыхлости и влажности грунта этого берега. Что касается лѣсной растительности, то изслѣдованія 1909 года подтвердили фактъ *распространенія видовъ лѣсной растительности въ зависимости отъ направленія ската лощины*, констатированный еще изслѣдованіями прошлаго года для всего Новосильскаго уѣзда. Выяснилось, что въ лощинахъ, идущихъ въ широтномъ направленіи *сѣверный берегъ* (болѣе нагрѣваемый) бываетъ занятъ или сплошь чистымъ *дубомъ* или во всякомъ случаѣ эта порода въ этомъ берегу наиболѣе другихъ преобладаетъ, тогда какъ въ *противоположномъ берегу*, менѣе нагрѣваемомъ и болѣе влажномъ, преобладаетъ *береза*, весьма часто также образующая чистыя насажденія. Такимъ образомъ *сѣверный берегъ широтныхъ лощинъ можно назвать дубовымъ, южный – березовымъ*. Иногда въ южномъ берегу къ березѣ примѣшивается осина, большею же частью, какъ показали изслѣдованія этого года, для осины въ лощинахъ широтныхъ наиболѣе излюбленнымъ мѣстомъ является дно лощины, гдѣ она обыкновенно вытѣсняетъ всѣ другія породы.

Форма рѣчныхъ долинъ представляетъ собою дальнѣйшую стадію развитія лощины – суходола и во всѣхъ рѣчныхъ долинахъ Чернскаго уѣзда^{*)} выражена попеременно смѣняющимися крутыми („подмывными“) и пологими („намывными“) берегами – результатъ подмыва то одного, то другого берега водою, текущей въ извитомъ руслѣ. Это же извитое русло вызываетъ и другое характерное для всѣхъ почти рѣчныхъ долинъ явленіе „чередованія поймъ“, состоящее въ томъ, что широкая пойма (дно рѣчной долины) въ видѣ полукруга (въ планѣ) бываетъ то у праваго, то у лѣваго берега. Что касается строенія береговъ рѣчныхъ долинъ, то изслѣдованія показали, что въ рѣчныхъ долинахъ широтнаго (или близкаго къ таковому) направленія полукруглыя крутыя части береговъ, обращенныхъ къ сѣверу, состоятъ изъ известняковъ, на противоположной сторонѣ грунтъ полукруглыхъ подмывныхъ частей береговъ состоитъ изъ лёсса, приче́мъ это различіе грунта болѣе всего пріурочено къ верхнему теченію рѣкъ, къ тѣмъ пунктамъ ея, гдѣ рѣчная долина начинаетъ переходить въ „суходоль“.

Значеніе рельефа въ оцѣнкѣ земель.

Вслѣдствіе того, что въ юговосточной части Чернскаго уѣзда, въ районѣ истоковъ главныхъ рѣкъ Тульской губерніи, разность водораздѣловъ и рѣкъ и уклонъ водосборныхъ площадей послѣднихъ, достигаетъ своего минимума и большая часть лощинъ, какъ упоминалось выше, имѣютъ благодаря этому низкіе и пологіе берега, пологое и ровное дно, –

^{*)}Также какъ и всего Новосильскаго уѣзда.

то районъ этотъ, занимающій примѣрно волости Языковскую, Раевскую, сѣверную часть Алексѣевской, Сергіевскую на Зушѣ и Скородненскую – представляетъ собою такую мѣстность, гдѣ наиболѣе распространены хорошія луговья угодія по лощинамъ. Благодаря ровности и пологому паденію дна, вода, протекающая по лощинамъ, увлажняетъ дно ихъ и тѣмъ вызываетъ здѣсь развитіе густого травостоя. По качеству луговыхъ угодій, расположенныхъ по лощинамъ, этотъ районъ можно поставить не только выше прочихъ районовъ Чернскаго уѣзда, но даже выше и сѣверо-восточной части Новосильскаго уѣзда, занимающей районъ истоковъ рѣкъ Раковки и Любовши, гдѣ, какъ приводилось въ прошлогоднемъ отчетѣ, рельефъ является наиболѣе спокойнымъ для всего Новосильскаго уѣзда.

Берега лощинъ къ описываемой юго-восточной части Чернскаго уѣзда часто пускаются подъ лѣсъ, по нерѣдко и распахируются, главнымъ образомъ въ верхнихъ частяхъ лощинъ, гдѣ помимо береговъ распахируется часто и дно лощинъ, при этомъ особенно неблагопріятныхъ послѣдствій для состоянія поверхности береговъ тутъ не наблюдается, благодаря небольшому уклону, какъ береговъ, такъ и всего вообще водосбора лощины. Въ большинствѣ случаевъ эта распашка вызываетъ появленіе въ большомъ избыткѣ по дну лощины конскаго щавеля, заполняющаго часто все дно и вытѣсняющаго болѣе цѣнное *растеніе дна лощинъ* – тимофеевку.

Чѣмъ далѣе отъ этого района къ сѣверу и югу, и главное къ западу, тѣмъ, благодаря увеличенію уклона и разности высотъ водораздѣловъ и рѣкъ, съ сопутствующимъ послѣднимъ факторомъ, увеличеніемъ изрѣзанности рельефа — луговья угодія лощинъ теряютъ свою цѣнность, пока, наконецъ, на крайнемъ западѣ, въ районѣ съ максимальнымъ уклономъ водосборныхъ площадей, благодаря появленію здѣсь водотоковъ по дну и промоинъ въ берегахъ, лощины становятся мало пригодными подъ культуру. Вліяніе направленія лощинъ, обуславливаетъ, какъ было указано, неравномѣрное нагрѣваніе различныхъ склоновъ береговъ. Въ широтныхъ лощинахъ это отзывается въ верхнихъ частяхъ лощинъ на состояніи травостоя; въ такихъ пунктахъ лощинъ травостоя сѣвернаго берега по составу травъ стоитъ выше южнаго, такъ какъ развивающіеся на послѣднемъ въ большомъ количествѣ мхи сильно понижаютъ достоинство травы этого берега; кромѣ того появляющіяся здѣсь въ большомъ числѣ кочки, сильно затрудняютъ уборку въ такихъ берегахъ сѣна.

Однако такое преимущество сѣвернаго берега сохраняется въ лощинахъ до тѣхъ поръ, пока лощина не начинаетъ принимать типъ суходола, гдѣ сѣверный берегъ уже дѣлается значительно круче южнаго, гдѣ подъ вліяніемъ прямыхъ лучей солнца травяной покровъ выгораетъ и изрѣживается. Въ такихъ мѣстахъ берегъ южный бываетъ пологимъ, почему онъ уже используется подъ пашню. Это послѣднее относится и къ западнымъ берегамъ меридіональныхъ суходоловъ, также и къ намывнымъ („делювіальнымъ“) берегамъ рѣчныхъ долинъ, причемъ въ послѣднемъ случаѣ распахиваемая пологая поверхность переходитъ неперемѣнно съ одного берега на другой; кромѣ того въ этихъ же

рѣчныхъ долинахъ полукруглый (подмывной) берегъ въ широтныхъ лощинахъ, обращенный къ сѣверу, а въ меридіональныхъ – обращенный къ востоку, несмотря на свою крутизну бываетъ чаще задернованъ потому можетъ быть до нѣкоторой степени использованъ, тогда какъ подмывные противоположные берега бываютъ или слабозадернованы или, что чаще, совсѣмъ лишены растительности, обнажая здѣсь известняковыя породы, почему они и не пригодны не только подъ лугъ, но даже и подъ лѣсъ.

Значеніе рельефа для воднаго хозяйства.

Кромѣ использованія лощинъ подъ различныя угодія, ими пользуются для устройства различныхъ водоемовъ: прудовъ, копаней, рудокопаней. Далеко однако не во всѣхъ пунктахъ лощина представляетъ удобное мѣсто для прудовъ. Въ районѣ истоковъ рѣкъ, благодаря равности дна и малому уклону его, большая часть лощинъ представляетъ здѣсь весьма удобныя мѣста для устройства на нихъ прудовъ; послѣдніе получаютъ въ такихъ лощинахъ разливистыми, плотины же, благодаря пологости водосборной площади и ровности дна, довольно устойчивыми.

Въ водосборѣ верхняго теченія рѣкъ Роски, Студенца, Филиной-Зуши, Угоди, Черни, Снѣжеда, въ нижнемъ теченіи (въ предѣлахъ Чернскаго уѣзда) рѣкъ Ситовой Мечи, Плавы и Пластицы – условія для устройства въ лощинахъ прудовъ уже менѣе благопріятны; благодаря большому уклону дна лощинъ, пруды получаютъ болѣе короткими; чтобы сдѣлать болѣе или менѣе достаточнымъ объемъ пруда, приходится подымать высоту плотинъ, что сопряжено съ рискомъ размыва плотины, вслѣдствіе увеличенія высоты паденія воды за плотиною; въ предупрежденіе этого прорыва приходится возводить здѣсь дорогія водоспускныя сооруженія, чтобы спустить воду спокойно до дна лощины за плотиною, или ежегодно производить ремонтъ плотины. Еще болѣе неудобными для прудовъ являются лощины въ водосборѣ нижняго теченія рѣкъ: Черни, Роски, Угоди, Студенца, Снѣжеда; здѣсь для прудовъ остается весьма ограниченная площадь въ самыхъ хвостахъ лощинъ, но даже и тутъ не всегда возможно устройство плотинъ, такъ какъ появляющійся по дну глубокой водотокъ занимаетъ нерѣдко все дно до хвоста, и даже врѣзается кромѣ того въ пашню; въ лощинахъ же съ водотокомъ устройство прудовъ является весьма рискованнымъ и въ большинствѣ случаевъ врядъ ли сколько-нибудь экономически – возможнымъ. Появленіе водотока является всегда признакомъ большой массы воды, текущей по лощинѣ, и рыхлости дна послѣдней, что заставляетъ устраивать здѣсь дорогія водосливныя сооруженія для того, чтобы довести спокойно воду до дна водотока, часто весьма глубокаго, безъ каковыхъ укрѣпленій плотина будетъ прорвана. Кромѣ того водотокъ весьма часто обнажаетъ водопроницаемыя породы, почему является здѣсь и рискъ усыханія пруда. Въ изслѣдованномъ районѣ весьма рѣдко приходилось видѣть существующіе пруды на лощинахъ съ водотоками, попытка устро-

ить здѣсь таковыя всегда оканчивалась неудачей, чему доказательство – прорванные плотины прудовъ, устроенныхъ когда-то въ такихъ мѣстахъ.

Но и въ лощинахъ съ ровнымъ дномъ не вездѣ возможно устройство пруда. Изслѣдованія показали, что въ юго-восточной части Чернскаго уѣзда гдѣ имѣется наименьшій уклонъ лощинъ, въ тѣхъ пунктахъ послѣднихъ, гдѣ водосборъ достигаетъ 300-400 десятинь, лощина уже начинаетъ прорѣзывать трещиноватыя известняковыя (девонскіе) пласты, которые здѣсь можно обнаружить или въ днѣ или въ берегахъ. По мѣрѣ движенія отъ этого района въ различныя стороны, и притомъ особенно по мѣрѣ движенія къ западу, эти известняковыя пласты начинаютъ появляться уже при меньшемъ водосборѣ. Разъ только въ днѣ и берегахъ появились известняки, устройство пруда здѣсь будетъ рискованнымъ, такъ какъ всегда въ такихъ случаяхъ будетъ происходить сильное усыханіе пруда. Помимо этого при водосборѣ даже къ 300 десятинь для сохраненія плотины и пруда необходимо устройство весьма солидныхъ водосливовъ, или во всякомъ случаѣ необходимы бдительный надсмотръ и большіе расходы по ремонту во время половодья и ливней, въ противномъ случаѣ плотина будетъ прорвана. Обычно пруды въ Чернскомъ уѣздѣ имѣютъ водосбора около 100 десятинь и не превосходятъ 400 десятинь (Языково), причемъ въ послѣднихъ случаяхъ поддержка плотины требуетъ ежегоднаго ремонта. Не удивительно поэтому было встрѣтить прорванными всѣ плотины^{*)}, часто весьма большихъ размѣровъ, въ лощинахъ съ водосборомъ въ 1500 и болѣе десятинь; причемъ дѣло здѣсь не ограничивается однимъ прорывомъ плотины; огромная масса воды, проходя сквозь суженное пространство вырываетъ за плотиной въ днѣ лощины громадную яму, иногда глубиной до 2-хъ саженой, получается поэтому здѣсь большой высоты перепадъ, и какъ результатъ всего этого отъ прорыва начинаетъ двигаться вверхъ водотокъ (сухое русло), который постепенно портитъ дно лощины выше пруда; если выше пруда кромѣ того имѣется возможность появиться оползню въ берегахъ, то неминуемо послѣдуетъ появленіе такового со всѣми вредными послѣдствіями, о каковыхъ будетъ рѣчь нѣсколько ниже.

Рельефъ водосбора рѣкъ Снѣжеда и Сальницы.

Совершенно своеобразную, можно даже сказать необычную картину не только для Чернскаго, но и для всего Новосильскаго уѣзда, представляетъ водосборъ Снѣжеда съ примыкающимъ къ нему водосборомъ р. Сальницы въ предѣлахъ сѣверозападной части Чернскаго и юго-восточной части Бѣлевскаго уѣзда. Въ самомъ верховьѣ Снѣжеда (около Горбачева) мѣстность по рельефу почти не отличается отъ остальныхъ частей Чернскаго уѣзда, немного напоминая при этомъ водосборъ Зуши въ истокахъ. Однако чѣмъ дальше подвигаться внизъ по рѣкѣ, тѣмъ картина все болѣе и болѣе измѣняется. Уже отъ Михай-

^{*)}Всѣ прорванные плотны при изслѣдованіяхъ наносились на планъ.

ловки (Беклемишевки) можно было видѣть, что въ верховьяхъ лощинъ *праваго* берега начинаютъ появляться особыя формы рельефа лощинъ, свидѣтельствующія о явленіяхъ новаго порядка, здѣсь происходившихъ. Чѣмъ ниже по теченію, тѣмъ болѣе и болѣе рѣзко въ стволахъ лощинъ *праваго* берега начинаетъ проявляться своеобразная форма рельефа.

Эта особенность рельефа состоитъ въ оригинальномъ профилѣ лощинъ, представляющихъ собою задернованныя большія „промоины-рвы“, тянущіяся на большомъ протяженіи и дающія отъ себя въ разныя стороны массу отроговъ, въ свою очередь вѣтвящихся и также какъ и главный стволъ имѣющихъ видъ большихъ *задернованныхъ* рвовъ, большею частью при этомъ облѣсенныхъ. Эти „лощины-рвы“ образуютъ весьма густую сѣть, что сразу видно при взглядѣ на трехверстную карту; благодаря ихъ густотѣ площадь, приходящаяся здѣсь на долю лощинъ, составляетъ большой процентъ отъ общей площади.

Обычный размѣръ этихъ лощинъ-рвовъ таковъ: ширина по дну $1\frac{1}{2}$ -2 сажени, по верху 8-10 сажень, высота береговъ $1\frac{1}{2}$ -2 сажени, берега *всегда крутые* съ массой *хорошо задернованныхъ* впадинъ-вымоинъ, въ берегахъ кромѣ того частыя короткія и глубокія задернованныя и облѣсенныя промоины. Такъ какъ лощины мало пригодны для луговъ, а тѣмъ болѣе для распашки, благодаря узкому дну и крутымъ берегамъ, то таковыя лощины всегда почти облѣсены, такъ какъ только для этого вида угодій эти лощины и могутъ быть пригодны. Вся форма, этихъ лощинъ-рвовъ свидѣлствуетъ о какихъ-то громадныхъ водныхъ потокахъ, которые вырабатывали когда-то этотъ оригинальный рельефъ. Появленіе обильныхъ потоковъ, какъ выяснилось, обязано нахожденію въ данномъ районѣ границы ледника, существовавшего здѣсь въ ледниковый періодъ; тающія воды этого ледника давали тѣ обильные потоки, которыми и вырабатывали упомянутые лощины-рвы. Какъ показали изслѣдованія этого года, эту границу^{*)} ледника можно провести примѣрно отъ Парахина, черезъ Тургенево къ Боголюбскому-Ползикову.

Обиліе водныхъ потоковъ вызывало и другую оригинальную форму рельефа описываемаго района это округленность и сглаженность береговъ лощинъ, также округленность окружающей лощину площади; явленіе это вызывалось смывомъ земляныхъ частицъ со склоновъ въ лощины; благодаря послѣднему обстоятельству берега большинства лощинъ пологи и обыкновенно незамѣтно сливаются съ водораздѣломъ.

Своеобразный ледниковый рельефъ въ видѣ сѣти лощинъ-рвовъ и сглаженныхъ береговъ даетъ поводъ задать вопросъ, куда же дѣвались всѣ продукты размыва, всѣ тѣ земляныя массы, которыя были удалены обильными потоками тающаго ледника?

Отложенія наносовъ, явившихся продуктомъ *смыва почвы* съ окружающихъ лощину площадей и результатомъ *сглаживанія береговъ*, можно наблюдать во всѣхъ стволахъ лощинъ сейчасъ же за полосой ющинъ-рвовъ. Здѣсь около береговъ можно видѣть, почти всегда задернованными „конуса наносовъ“, часто сливающиміся другъ съ

^{*)}Точная граница ледника можетъ быть проведена по обработкѣ всего матерьяла.

другомъ и образующіе этимъ самымъ у подножія береговъ сплошныя намывныя „делювіальныя“ отложения, поверхность которыхъ большею частью бываетъ покрыта частыми кочками^{*)}). Въ лощинахъ широтнаго направленія, благодаря усиленному смыву на южномъ склонѣ, откладывавшіеся у подножія сѣвернаго берега (со скатомъ къ югу) наносы вызывали (въ періодъ выработки лощины ледниковыми водами) отклоненіе струи воды къ противоположному берегу и подмывъ его; здѣсь имѣется явленіе какъ бы противоположное тому, что наблюдается въ остальной части Чернскаго уѣзда: въ широтныхъ лощинахъ крутымъ является сѣверный берегъ, а пологимъ – южный, но въ послѣднемъ случаѣ различная крутизна вызывается неодинаковымъ изсушеніемъ берега, въ ледниковомъ же районѣ большая крутизна одного берега обязана отклоненію струи отлагавшимися обильными наносами у сѣвернаго берега.

Что касается главной массы наносовъ, получавшихся отъ размыва грунта ледниковой водой, результатомъ чего явилась густая сѣть лощинъ-рвовъ, то эти наносы можно видѣть въ болѣе низкихъ частяхъ каждаго ствола лощины. Здѣсь отлагавшіеся наносы вызывали заполненіе dna болѣе глубокихъ ранѣ лощинъ, что въ свою очередь вызывало его уширеніе; лощины съ широкимъ дномъ и низкими пологими берегами явленіе обычное для устьевыхъ частей каждаго большого ствола лощины, впадающаго справа въ рѣчную долину Снѣжеда и съ обѣихъ сторонъ въ долину рѣки Малый Снѣжедь (широкіе луга близъ Щетинина, Меркулова, Синдѣева, Синегубова, Лутовинова – по долину рѣки Малый Снѣжедь, луга у д. Крестовъ, устьевыя поймы р. Любень и Березы и др.).

Отложения наносовъ отразились и на формѣ рѣчныхъ долинъ р. Снѣжеда. Начиная отъ устья р. Малаго Снѣжеда, водосборъ которой большею частью былъ захваченъ ледниковыми потоками, – пойма Снѣжеда дѣлается отъ этого пункта весьма широкой, образуя всюду внизъ ровные, широкіе пойменные луга хорошаго качества: луга около сл. Лутовиновой („Бѣжинъ лугъ“), широкіе пойменные луга около Жерлова, Костомарова, Распопова, Троицкаго-Бачурина.

Разсѣкающіе эту пойму и дно лощинъ русла и водотоки всюду обнажаютъ въ своихъ боковыхъ стѣнкахъ слой наноса, достигающій толщины до 2 саженой.

Такимъ образомъ „ледниковый рельефъ“ уже самъ по себѣ оказалъ вліяніе на цѣнность угодій даннаго района: въ верхнихъ частяхъ ствола лощины своеобразная форма „лощины-рвы“ заставляеть обращать эти части ствола въ лѣсныя угодія, такъ какъ подъ другія угодія эти мѣста совершенно не пригодны; въ среднихъ частяхъ ствола – лощины пригодны частью подъ лѣсъ (подмывные берега), частью подъ лугъ, притомъ лугъ низкаго качества, благодаря бугристости и кочковатости береговъ и dna; напротивъ, въ низовьяхъ большихъ стволовъ широкія (заполненныя наносами) лощины дѣлають эти мѣста пригодными для луговыхъ и приусадебныхъ угодій (огородовъ).

^{*)}Кочковатость dna довольно распространенное явленіе для описываемаго района.

В. Размывь.

Послѣдующими измѣненіями въ контурѣ лощинъ являются: размывь дна – образованіе „водотоковъ“ и размывь береговъ – образованіе береговыхъ промоинъ.

Водотоки – сухія русла по дну лощинъ; весьма распространены въ Чернскомъ уѣздѣ и мало такихъ лощинъ, гдѣ бы это образованіе не встрѣчалось въ большемъ или меньшемъ размѣрѣ. Форма ихъ довольно разнообразна, какъ въ профилѣ, такъ и въ планѣ, однако, также какъ и въ Новосильскомъ уѣздѣ, здѣсь намѣчаются слѣдующіе главные типы:

1) водотокъ прямоугольнаго очертанія въ разрѣзѣ, въ планѣ прямой – свойствененъ начальнымъ верхнимъ пунктамъ появленія водотока, при сравнительно небольшомъ водосборѣ лощины и небольшомъ ея уклонѣ;

2) водотокъ вѣтвистый – встрѣчается въ тѣхъ же пунктахъ, но при широкомъ днѣ лощины,

3) водотокъ въ планѣ прямой, но треугольнаго профиля въ разрѣзѣ (узкій конецъ книзу) – встрѣчается въ лощинахъ, имѣющихъ крутое дно, каковыя лощины (большею частью короткія) встрѣчаются около рѣчныхъ долинъ,

4) водотокъ прямоугольнаго профиля, но *извитой* въ планѣ. Какъ показали изслѣдованія, такая извитая форма водотока не есть явленіе случайное, обусловленное какимъ либо случайнымъ препятствіемъ, бывшимъ на пути теченія воды; она свойственна тѣмъ пунктамъ лощинъ, гдѣ послѣдняя принимаетъ видъ „суходола“, гдѣ, слѣдовательно, водосборъ достигаетъ довольно большой величины; большій или меньшій водосборъ, при которомъ начинается изгибъ водотока зависитъ отъ величины уклона водосборной площади и условій стока, иначе говоря, для изгиба водотока необходима извѣстная масса воды въ единицу времени; въ юго-восточной части Чернскаго уѣзда, гдѣ уклонъ этотъ является наименьшимъ для всего уѣзда, изгибъ начинается при водосборѣ около 2000-2500 дес.; чѣмъ западнѣе, тѣмъ изгибъ начинается при меньшей величинѣ водосбора.

Большее или меньшее развитіе водотоковъ, большая или меньшая величина ихъ, какъ показали изслѣдованія, зависятъ прежде всего *отъ разности высотъ водоразделовъ и дна лощинъ и величины уклона водосборной площади*. Гдѣ послѣдніе факторы достигаютъ вмѣстѣ большой величины, тамъ болѣе всего распространены водотоки, тамъ кромѣ того они достигаютъ большихъ размѣровъ. Поэтому въ юго-восточной части Чернскаго, при небольшой величинѣ разности высотъ и при небольшомъ уклонѣ, водотоки, если и встрѣчаются, то всегда слабо выраженными; въ этомъ районѣ, какъ было упомянуто встрѣчаются мѣстности, гдѣ лощины на большомъ протяженіи имѣютъ ровное дно безъ всякаго водотока; въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ появляется водотокъ, онъ небольшой величины и большею частью задернованъ; даже такіе водотоки, какъ извитые, которые въ другихъ районахъ бываютъ всегда почти съ обнаженными стѣнками, здѣсь нерѣдко можно встрѣтить хорошо задернованными. Чѣмъ далѣе къ югу и къ

сѣверу, а тѣмъ болѣе къ западу, въ каковыхъ направленіяхъ уклонъ и разность высотъ увеличиваются, – увеличивается все болѣе и болѣе развитіе водотоковъ, достигая максимума на крайнемъ западѣ, въ нижнемъ теченіи Черни, Студенца и Снѣжеда, гдѣ водотоки захватывают не только все дно, но даже и берега лощины. Такъ какъ появленіе въ лощинѣ водотока, проводящаго воду со всего водосбора лощины, есть результатъ измѣненія условій стока во всемъ водосборѣ – (измѣненія при этомъ шли въ сторонъ увеличенія интензивности стока, что вызывалось уничтоженіемъ травяного покрова и лѣсовъ, каковая площадь подвергалась в послѣдствіи распашкѣ), то отсюда видно, что измѣненіе условій стока въ одной только лощинѣ, не можетъ вліять на задержку роста водотока, поэтому облѣсенность одной лощины не является факторомъ, препятствующимъ появленію въ днѣ лощины водотока который, какъ можно было видѣть во многихъ пунктахъ Чернскаго уѣзда^{*)}, часто прорѣзаетъ дно густо облѣсенной лощины и врѣзается за лощиной въ прилегающій участокъ пашни; послѣднее явленіе особенно часто можно видѣть въ западной части Чернскаго уѣзда.

Какой бы формы и величины водотокъ ни былъ, всюду это образовано играетъ отрицательную роль въ оцѣнкѣ земельныхъ угодій лощинъ. Помимо того, что водотокъ отнимаетъ непроизводительно площадь лощины, водотокъ вредитъ лугу и тѣмъ, что, прорѣзая дно, онъ значительно иссушаетъ дотолѣ всегда влажную почву дна лощинъ и тѣмъ значительно ухудшаетъ травостой прерывая одновременно и сообщеніе одной стороны лощины съ другой. Въ тѣхъ случаяхъ, когда водотокъ занимаетъ все дно, вся лощина становится мало пригодной даже для выгона, благодаря большой опасности, которую могутъ представлять такіа выгоны для пастьбы скота. Еще болѣе усугубляется вредъ, когда, благодаря образованію водотока, появится въ берегахъ оползень; въ такихъ случаяхъ не только дно, но и берега становятся неудобными подъ луговую культуру, къ тому же въ этихъ случаяхъ часто появляются береговые промоины, которыя еще болѣе ухудшаютъ дѣло.

Помимо измѣненій въ конфигураціи дна, выражающихся въ образованіи того или другого типа водотока, лощина подвергается измѣненіямъ и въ другомъ своемъ элементѣ – берегахъ. Эти измѣненія береговъ состоятъ въ размывѣ ихъ „снизу“ – въ образованіи *подмывовъ береговъ* и въ размывѣ „сверху“ въ образованіи *береговыхъ промоинъ*. О подмывахъ, происшедшихъ благодаря увеличенію изгибовъ водотока въ суходолахъ, уже говорилось; здѣсь можно только упомянуть, что особенно опасными подмывами являются *свѣжіе* подмывы въ лесѣ; какъ и для водотоковъ, развитіе такихъ идетъ пропорціонально увеличенію разности высотъ водораздѣловъ и рѣкъ и уклону водосбора; на востокѣ Чернскаго уѣзда ихъ меньше, на западѣ – больше. Всѣ пункты, гдѣ подмывы представляютъ опасность для дорогъ и строеній, будутъ отмѣчены на картѣ, прилагаемой къ полному отчету.

^{*)}Это же можно часто было наблюдать и въ Новосильскомъ уѣздѣ.

Второго рода размывъ береговъ – *береговья промоины*^{*)}, въ Чернскомъ уѣздѣ весьма распространены и разнообразны, какъ по величинѣ, такъ и по формѣ, начиная отъ небольшой рытвины и кончая громадной промоиной – рвомъ съ глубиной до 6-ти сажень, шириною по верху до 20 саж. и длиною до 100-150 сажень, – съ формой ихъ то короткой и широкой, то длинной и узкой, со всевозможными переходами между ними; – съ поверхностью то вполне задернованной, то только частью, то, наконецъ, лишенной совершенно растительности.

Несмотря на такое ихъ разнообразіе и почти повсемѣстное съ перваго взгляда ихъ распространеніе, гидрогеологическая партія, отмѣчая въ каждой лощинѣ всѣ промоины съ ихъ размѣрами и изучая причины ихъ появленія – обнаружила слѣдующія законности въ распространеніи береговыхъ промоинъ.

1) *Главнымъ условіемъ большаго или меньшаго развитія береговыхъ промоинъ въ лощинѣ является величина средняго уклона водосборной площади.* Въ юго-восточной части Чернскаго уѣзда, въ районѣ истоковъ рѣкъ, гдѣ эта величина наименьшая, – еньше всего можно встрѣтить и промоинъ, несмотря даже на частую распашку береговъ лощинъ, часто промоинъ или совсѣмъ нѣтъ, или таковыя рѣдки, небольшихъ размѣровъ, съ поверхностью или совсѣмъ задернованной или въ крайнемъ случаѣ частью задернованной, частью обнаженной; появившаяся въ распахиваемыхъ берегахъ промоина прекращаетъ скоро свой ростъ даже въ такихъ пунктахъ, какъ хвостъ лощины („концевая промоина“), гдѣ стекаетъ воды гораздо больше, чѣмъ въ берегахъ.

Идя отсюда на западъ, югъ и сѣверъ, число промоинъ и ихъ размѣры начинаютъ увеличиваться. Районъ водосборовъ рѣкъ Филиной Зуши, нерхняю теченія Студенца, Роски, Черни, Угоди, Снѣжеда, нижняго теченія Плавы, Пластицы и Ситовой Мечи – представляетъ мѣстность, гдѣ промоины уже болѣе распространены; здѣсь уже можно встрѣтить нѣкоторые лощины, гдѣ промоины испещряютъ сплошь берега (лощины лѣваго берега Пластицы близъ Никольскаго, около Спасскаго, по Ситовой Мечи у Ознобишина, по Филиной Зушѣ у Войнова, Никольская-Рѣпная на Угоди, въ водосборѣ Снѣжеда – у Михайловки, Щетинина, Дворииковъ, Дмитріевки, но Роскѣ – лощины лѣваго берега у Липицъ и Тросны).

Наконецъ, главнымъ райономъ наибольшаго развитія береговыхъ промоинъ и рововъ является западная часть Чернскаго уѣзда, въ нижнемъ теченіи Студенца, Роски, Черни, Снѣжеда и Сальницы. Здѣсь промоины достигаютъ своего наибольшаго развитія, представляя во многихъ мѣстахъ грандіозные растущіе рвы. Нѣтъ никакой возможности хотя бы кратцѣ указать пункты, гдѣ распространены больше промоины, такъ

^{*)}Эти образования большею частью принято называть «оврагами»; хотя послѣднимъ словомъ называютъ также и водотоки и даже лощины, – образования совершенно различныя по исторіи развитія и условіямъ своего возникновенія; избѣгая поэтому въ описаніи различно понимаемаго слова «оврагъ» введены термины «лощина», «водотокъ» (по дну) и «береговая промоина».

какъ въ этомъ районѣ существуетъ масса не только отдѣльныхъ лощинъ, но и цѣлыхъ стволовъ съ отвершками, сплошь извѣденныхъ береговыми свѣжими промоинами; такія мѣста не только не пригодны подъ культуру, но благодаря глубокимъ рвамъ даже трудно проходимы. Всѣ промоины съ указаніемъ ихъ величины и состоянія поверхности (растущія и задернованныя) будутъ указаны на особой картѣ въ подробномъ отчетѣ; здѣсь же только можно привести тѣ мѣстности, гдѣ развитіе растущихъ рвовъ-промоинъ достигаетъ громадной величины; къ такимъ относится водосборъ лѣваго берега р. Снѣжеда отъ с. Тургенева до устья, гдѣ всѣ почти лощины съ ихъ отвершками впадающія въ рѣку размыты громадными свѣжими рвами, которые вмѣстѣ съ сильно развитыми здѣсь водотоками по дну приводятъ лощины въ полную негодность.

2) Вторымъ факторомъ развитія промоинъ, какъ показали изслѣдованія, является *направленіе къ странамъ свѣта береговъ лощинъ.*

Въ лощинахъ широтнаго направленія, идущихъ съ запада на востокъ и обратно, *сѣверный берегъ* (со склономъ обращеннымъ къ югу) болѣе другихъ береговъ *подверженъ размыву.* Это явленіе есть результатъ усиленнаго нагреванія этого берега лучами солнца, вслѣдствіе чего плохо растущая здѣсь трава не въ состояніи оказать сопротивленіе размыву грунта водой, стекающей къ тому же болѣе интензивно именно на этомъ берегу, вслѣдствіе болѣе быстрого таянія снѣговъ на водосборной площади, обращенной склономъ къ югу. Вліяніе инсоляціи весьма рѣзко бросается въ глаза въ районѣ наибольшаго развитія промоинъ; здѣсь зачастую можно видѣть сѣверный берегъ сплошь испещренный свѣжими промоинами, въ то время какъ противоположный (южный) берегъ совершенно лишень ихъ.

Развитію промоинъ на сѣверномъ берегу не можетъ оказывать препятствіе даже большая твердость грунта. Какъ было упомянуто, въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ лощины принимаютъ видъ суходола, гдѣ при этомъ послѣдній имѣетъ широтное направленіе – сѣверный берегъ бываетъ болѣе крутымъ и притомъ каменистымъ, противоположный болѣе пологимъ, грунтъ котораго представляетъ рыхлый лессъ, и вотъ въ этихъ то суходолахъ больше всего промоинъ бываетъ на сѣверномъ берегу, состоящемъ иной разъ сплошь изъ твердыхъ известняковъ и доломитовъ, въ то время какъ противоположный берегъ, состоящій изъ рыхлаго лесса, притомъ почти всегда распахиваемый, бываетъ весьма часто совершенно лишень ихъ. Въ лощинахъ меридіональныхъ большее развитіе промоинъ бываетъ на восточномъ берегу; особенно же это различіе бываетъ тогда, когда этотъ берегъ имѣетъ хотя бы небольшой склонъ къ югу.

3) Третьимъ факторомъ развитія промоинъ является *форма склона водосборной площади.* При одной и той же разности высотъ водораздѣловъ и дна лощинъ, при одномъ и томъ же разстояніи линіи водораздѣла отъ лощины, стокъ водъ будетъ сильнѣе въ томъ случаѣ, когда поверхность падаетъ одинаково круто отъ водораздѣла къ дну лощины и слабѣе, когда большая часть площади отъ водораздѣла полого, подходя же

къ лощинѣ она становится болѣе крутой; въ послѣднемъ случаѣ вода, прежде чѣмъ дойти до бровки, успѣваетъ частью испариться, частью впитаться въ почву. Перваго рода условіе представляетъ „ледниковый“ рельефъ водосбора праваго берега р. Снѣжеда и водосборъ р. Сальницы; здѣсь „сглаженные“ ледниковыми потоками берега лощинѣ незамѣтно сливаются съ окружающей водосборной площадью; эта пологость береговъ обуславливаетъ почти повсемѣстную ихъ распашку, результатомъ чего является сильный смывъ почвы и образованіе частыхъ мелкихъ промоинъ въ берегахъ – явленіе свойственное всему упомянутому району.

4) Слѣдующимъ факторомъ развитія промоинъ является *обльсенность* лощинѣ.

Во всемъ безъ исключенія изслѣдованномъ районѣ можно было видѣть массу наглядныхъ случаевъ вліянія не только взростаго лѣса, но даже и рѣдкой поросли такового на задержку роста промоинъ и при томъ въ мѣстахъ самыхъ опасныхъ (въ смыслѣ возможности быстрого появленія промоинъ): въ крутыхъ берегахъ въ районѣ съ наибольшимъ уклономъ водосбора; здѣсь часто можно видѣть берегъ съ небольшой порослью дуба совершенно нетронутый размывомъ, тогда какъ тотъ же берегъ рядомъ, но лишенный поросли – сплошь изрѣзанъ промоинами.

Наблюденія надъ размывомъ въ районѣ наибольшаго его развитія (водосборъ Снѣжеда), притомъ въ мѣстахъ искусственнаго лѣсоразведенія, показали весьма важную роль лѣса въ прекращеніи роста береговыхъ промоинъ: выяснилось, что *значеніе лѣса въ закрѣпленіи, растущихъ промоинъ состоитъ въ отгѣненіи кронами деревьевъ обнаженной поверхности*; это отгѣненіе способствуетъ увеличенію влажности поверхности промоинъ и появленію на нихъ дерна, который собственно и закрѣпляетъ поверхность. Даже такая порода, какъ береза съ весьма сквозистой кроной, дающая, какъ извѣстно, мало тѣни, будучи посажена на сѣверномъ берегу широтныхъ лощинѣ^{*)} даже по гребнямъ между промоинами, гдѣ, слѣдовательно, скрѣпляющее дѣйствіе корней отсутствуетъ, – довольно быстро оказываетъ вліяніе на прекращеніе роста промоинъ, которыя въ такихъ мѣстахъ довольно скоро задерновываются. Этотъ фактъ вполне гармонируетъ съ вполне установленнымъ фактомъ наибольшаго размыва и смыва сѣвернаго берега; лѣсъ на сѣверномъ берегу широтныхъ лощинѣ какъ бы переводитъ этотъ берегъ въ состояніе южнаго, гдѣ процессы размыва развиты весьма слабо.

5) Второстепеннымъ факторомъ въ развитіи промоинъ – являются нѣкоторые типы такъ называемыхъ „провальныхъ образованій“, весьма распространенныхъ въ описываемомъ уѣздѣ^{**)}; изъ формъ этихъ образованій, которыя вліяютъ на размывъ, можно указать на особые „чашеобразные прогибы береговъ“ и „береговья провальныя вдавленія“ – образованія, обусловленныя циркуляціей грунтовыхъ водъ, образующихъ внутри грунта пусто-

^{*)}Какъ было указано, для сѣвернаго берега болѣе свойствененъ дубъ: онъ даетъ къ тому-же и больше тѣни.

^{**)}О нихъ будетъ сказано ниже.

ты, благодаря которымъ происходитъ осѣданіе поверхности береговъ; это осѣданіе вызываетъ сконцентрированіе къ мѣсту прогибовъ большой массы воды, стекавшей до того ровно по всему скату. Особенно опасны эти прогибы въ районѣ сильнаго размыва береговъ, въ низовьѣ Снѣжеда, Черни, и Студенца, гдѣ отъ этихъ прогибовъ часто идутъ громадныя растушіе рвы, далеко заходящіе за предѣлы чашеобразнаго прогиба.

б) Слѣдующіе факторы въ развитіи промоинъ являются уже *искусственными*; къ таковымъ относятся: распашка береговъ, проведеніе рубежей и межъ по скату, пересѣченіе лощины дорогами, пастьба скота по лощинамъ, вырубка лѣса съ корчевкой пней, оковка канавами берега (вызывающая устремленіе въ одно мѣсто воды, стекавшей до того ровнымъ слоемъ по берегу).

Всѣ эти однако условія для появленія промоинъ только тогда могутъ представлять большую опасность, когда помимо нихъ будутъ на лицо вышеприведенныя главные *естественные* факторы развитія промоинъ (большой уклонъ водосбора, широтное направленіе лощины, отсутствіе лѣса, чашеобразныя прогибы береговъ).

Заносъ луговъ.

Какъ слѣдствіе смыва почвы съ береговъ и образованія промоинъ и водотоковъ, является отложеніе продуктовъ смыва и размыва у подножія береговъ и у устья водотоковъ. Энергія этого процесса идетъ въ той же послѣдовательности, какъ и энергія процессовъ смыва и размыва, а потому районы, гдѣ интенсивенъ смывъ и размывъ являются вмѣстѣ съ тѣмъ и районами большихъ заносовъ угодій продуктами выноса изъ промоинъ и водотоковъ.

Какъ и при размывѣ въ лощинахъ широтнаго направленія съ развитыми промоинами – больше всего заносится часть дна примыкающая къ сѣвернымъ берегамъ.

Особенно чувствительный вредъ оказываютъ выносы изъ промоинъ и водотоковъ, впадающихъ въ широкія рѣчныя долины; въ лощинахъ въ районѣ сильнаго размыва, гдѣ благодаря присутствію водотока дно и безъ того уже испорчено, вредъ отъ заноса не такъ чувствителенъ, какъ въ широкихъ поймахъ рѣчныхъ долинъ, занятыхъ обыкновенно хорошими лугами; здѣсь часто даже небольшая промоина оказываетъ замѣтный вредъ лугу, такъ какъ стремительно выходящая изъ промоинъ вода, выступая въ широкую пойму, теряетъ сразу всю свою живую силу, почему несомыя водой частицы грунта отлагаются всѣ на поймѣ.

Всѣ пункты, гдѣ имѣется порча луговъ отъ заноса, будутъ отмѣчены на картѣ въ подробномъ отчетѣ, здѣсь же можно указать, что наибольшій заносъ луговъ песчаными отложеніями наблюдается въ долину р. Сальницы, гдѣ вся почти широкая пойма отъ дер. Сухой Сальницы до дер. Сальницы (близъ устья) занесена песчаными отложеніями.

С. Геологическое строение.

Девонь.

Самыми нижними коренными породами, обнажающимися в Чернском уезде, – являются породы *девонской* системы, в виде мощной толщи слоев известняков, доломитов, глин и мергелей, каковые слои представляют продолжение слоев, уже встреченных в Новосильском уезде в прошлом году: как и в последнем уезде в описываемом районе они чередуются в той же последовательности, как и там и имеют тот же наклон пластов с юго-запада на северо-восток, почему на западе и юго-западе можно видеть только самые нижние члены приводимой ниже серии пластов, но мере же движения на северо-восток, благодаря тому, что пласты уходят в этом направлении вглубь, уже встречаются только все более и более верхние слои и, напротив, начинают исчезать нижние. Следует здесь заметить, что из всех слоев встреченных в Новосильском уезде, в Чернском уезде не достает самого нижнего пласта (ноздреватаго известняка)*), зато в Чернском уезде обнажается самый верхний слой (песчанистый, белый известняк), отсутствующий в Новосильском уезде.

Пласты девонской системы в Чернском уезде следующие (начиная с верхних).

1) *белый плотный песчанистый известняк* (отсутствующий в Новосильском уезде) – представляет довольно твердую породу; он встречается в виде плит до 1 аршина толщиной, представляет хороший строительный материал; выходит около Раева, Крюковки, Глаголевки, Зыбинки, Алексеевского (Мало-Скуратовской волости), Орловки и Лучек (Блевского уезда), в лощинах близ Горбачева и др.

2) *Светложелтый доломитизированный известняк и глинистые известняки* – порода довольно распространенная; общая мощность ее около 10-12 сажен, благодаря рыхлости представляет совершенно негодную породу для строительных целей; является плохим материалом как для кладки, так и для мостовой и бетона.

В этой толще имеются прослойки желтовато-серых и зеленовато-желтых глин, мощностью до одной сажени; эти глины сильно известковисты и представляют таким образом мергеля; благодаря присутствию извести не пригодны для выделки гончарных и горшечных изделий. Глины эти будучи непосредственно прикрыты вышележащими рыхлыми известняками или же песками, задерживают просачивающуюся вниз воду и обуславливают появление на них водоносного пласта.

Выходы этой породы весьма многочисленны: их можно видеть по всему течению р. Плавы от Стрешнева до Мещерок, по Плавице около Васильевского и Красной, в

*)Выходящего в основании берега р. Зуши под г. Новосилем также во всем почти районе водосбора р. Неруча и Пониковца, и как показали исследования Жукова, – под г. Ельцом („елеский камень“).

верховьяхъ Ситовой Мечи, въ истокахъ Зуши отъ Усовки до Спасскаго, по Филиной Зушѣ выше Троицкаго, по Роскѣ въ верхнемъ теченіи около Тургенева, Хутины, въ водосборѣ Студенца – близъ д. Студенца, въ водосборѣ Снѣжеда около Федулова, Казаринова, Васенкова, Щетинина, по Черни отъ Дѣвочкина вверхъ до Поповки.

3) *Синевато-сѣрый доломитизированный известнякъ*, залегающій подъ предъидущимъ слоемъ, представляетъ весьма характерную породу, легко отличимую по присутствію въ ней многочисленныхъ ребристыхъ створокъ раковинъ *Rhynchonella*; порода эта имѣетъ общую мощность около 6-7 сажень, верхніе слои ея, обыкновенно лишенные ископаемыхъ, включаютъ въ себѣ массу кристалловъ углекислой извести (кальцита) нижніе слои съ массой *Rhynchonella* имѣютъ включеній кристалловъ меньше. Всюду, гдѣ только эта порода выходитъ, она, благодаря своей твердости, представляетъ весьма цѣнный матерьялъ для строительнаго и дорожнаго дѣла, пригодный какъ для *тесовой* кладки, такъ и для мощенія водосливовъ, мостовыхъ и для бетона.

Однако для обжига извести порода вслѣдствіе доломитизаціи (присутствіе углекислой магнезій) менѣе пригодна.

Состоя сплошь изъ толстыхъ слоевъ, почти безъ прослойковъ глинъ и тонкихъ плитокъ, порода эта оказываетъ большое сопротивленіе при буреніи въ ней скважинъ для добыванія воды.

Выходы этой породы можно видѣть по Плавѣ у Бабурина и Мещерокъ, по Плавицѣ – отъ Ново-Алексѣевского до устья, по Ситовой Мечи около с. Алексѣевского, по Зушѣ (верховье) отъ Спасскаго до Знаменскаго, по Филиной Зушѣ – у Троицкаго, по Роскѣ отъ Новоникольскаго до Тифинскаго, по Черни – отъ Дѣвочкина до г. Черни, по Угоди – отъ устья до Рѣпной и Красивы, по Студенцу – у Зарѣчья и Вознесенскаго, по Снѣжеду – отъ Михайловки до Хитрова, а по Мал. Снѣжеду около Синдѣева и др.

4) *Зеленовато-сѣрый и свѣтло-сѣрый доломитъ съ включеніями зеленыхъ известковыхъ прослойковъ глинъ*, благодаря своей большой мощности (12-15 саж.) весьма, распространенъ въ Черновомъ уѣздѣ; слои эти довольно неравномѣрной толщины и плотности: то они встрѣчаются въ видѣ тонкихъ плитокъ (въ каковыхъ плиткахъ весьма нерѣдко встрѣчаются мелкія створки ископаемаго *Cythere*) съ прослойками зеленыхъ глинъ, представляя въ такихъ случаяхъ матерьялъ годный развѣ только для бетона, то, напротивъ, слои эти бываютъ толстые (до аршина) и довольно плотные (совершенно лишенные ископаемыхъ), являясь тогда прекраснымъ матерьяломъ для тесовой, бутовой кладки, для мощенія и для бетона, однако благодаря „доломитизаціи“ (углекислая магнезій) для обжига извести менѣе пригоднымъ. Встрѣчаемые въ породѣ слои глинъ, благодаря включенію извести для огнеупорныхъ издѣлій представляютъ матерьялъ, не имѣющій цѣны. Слои зеленовато сѣрыхъ доломитовъ обнажаются по р. Плавѣ у границы уѣзда близъ Урусова, по р. Филиной Зушѣ отъ Румянцева внизъ до устья Филиной Зуши, по р. Роскѣ – отъ Тифинскаго до Лутовинова, по р. Студенцу – ниже Зарѣчья, по

р. Черни отъ гор. Черни до Бредихина, по Снѣжду – отъ Хитрова до Вѣтрова, по Мал-Снѣжду отъ Синдѣва до устья.

5) *Свѣтложелтый глинистый известнякъ со слоями желтаго песчанаго мергеля и песчанистаго доломитизированнаго известняка*, залегающій подъ предъидущимъ, имѣеть мощность около 5-6 сажень и представляетъ породу, благодаря рыхлости и тонкоплитчатности, мало пригодную для строительныхъ цѣлей; находящіеся въ ней, иногда довольно толстые, прослойки *песчанаго мергеля*, часто принимаются мѣстными жителями за песокъ и примѣняются ими для различныхъ строительныхъ растворовъ. Какъ примѣсь къ извести, такая порода не будетъ приносить вреда, что же касается примѣненіе ея въ качествѣ примѣси къ глинѣ, употребляемой для кладки печей, то такое примѣненіе должно весьма вредно отзываться на прочности этой кладки, благодаря вспучиванію извести при высокой температурѣ.

Кое-гдѣ эту породу употребляютъ для окраски глинобитныхъ стѣнъ избъ. Этотъ пласть выходитъ по р. Роскѣ у Ержина, по р. Черни – ниже Бредихина, по Снѣжду отъ Костомарова до Троицкаго Бачурина, по р. Сальницѣ у дер. Сухой Сальницы^{*)}.

6) *Ноздреватый песчанистый доломитизированный известнякъ*; общая мощность его около 4-хъ сажень, выходитъ въ видѣ очень толстыхъ пластовъ, наружная поверхность которыхъ бываетъ сплошь въ ноздринахъ, при расколѣ легко рассыпается на мелкіе куски (діаметромъ около дюйма), что объясняется тѣмъ, что нѣкоторые слои его (нижніе) состоятъ изъ отдѣльныхъ кусочковъ плотной породы, сцементированной рыхлой известковой глиной. Слои переслаиваются плотнымъ зеленовато-сѣрымъ доломитомъ, по виду напоминающимъ, такого же характера породу, указанную подъ № 4.

Какъ строительный матерьяль пригодны большею частью только эти прослойки, основная же порода въ кладкѣ скоро вывѣтривается и рассыпается.

Благодаря своей незначительной мощности этотъ пласть въ Чернскомъ уѣздѣ встрѣчается довольно рѣдко, въ самой крайней западной части уѣзда: по рѣкѣ Черни онъ выходитъ у Болгарь, у Бобрика, по р. Студенцу въ нижнемъ его теченіи, по р. Снѣжду въ основаніи берега ниже мельницы у Троицкаго Бачурина но нижнему теченію р. Зуши въ руслѣ ея отъ с. Шлыкова до устья, также въ правомъ берегу у дер. Красный хуторъ^{**)}.

Этотъ пласть непосредственно переходитъ въ самый нижній для Чернскаго уѣзда пласть.

7) *Серія слоевъ тонкоплитчатыхъ (розоватыхъ и бѣлыхъ) известняковъ съ прослойками рухляковыхъ известняковъ* (въ этихъ слояхъ встрѣчается ископаемое *Spirifer disjunctus*) порода эта въ виду небольшой толщины слоевъ, часто притомъ очень рыхлыхъ, совершенно

^{*)}По изслѣдованіямъ Жукова, произведеннымъ истекшимъ лѣтомъ этотъ же пласть выходитъ и въ городѣ Орлѣ подъ городскимъ садомъ въ верхнихъ частяхъ берега.

^{**)}По изслѣдованіямъ Жукова этотъ же пласть выходитъ въ Мценскѣ (верхнія части обнаженія у сора) и въ гор. Орлѣ – нижняя половина обнаженія подъ городскимъ садомъ.

не пригодна для кладки и мостовой, и только болѣе твердыя включенія, попадающіяся въ этомъ ярусь въ видѣ волнистослоистаго известняка могутъ идти въ дѣло для приготовления бетона: вся же порода пригодна болѣе всего для обжига извести. Встрѣчается она въ самомъ низовьи рѣки Черни и по р. Зушѣ у границы Новосильскаго уѣзда*.

Породы, начиная съ 1-ой до 4-ой включительно, судя по встрѣчающимся въ нихъ ископаемымъ, должны быть отнесены къ такъ называемому „малевко-муравнинскому ярусу“, представляющему переходный ярусъ отъ пластовъ девонской системы къ каменноугольной; всѣ же нижележащія – къ верхнему отдѣлу девонской системы.

Всѣ эти пласты, какъ упоминалось, имѣютъ паденіе съ юго-запада на сѣверо-востокъ; но помимо этого общаго наклона, девонскіе пласты, во многихъ мѣстахъ Чернскаго уѣзда, какъ то было и въ Новосильскомъ уѣздѣ, *смяты въ складки*, благодаря подземнымъ горообразующимъ силамъ. Изслѣдованія показали, что гребни всѣхъ почти складокъ имѣютъ направленіе на сѣверо-востокъ, совпадая съ общимъ направленіемъ паденія пластовъ девона: эти „тектоническія оси“, будучи продолжены на сѣверъ, совпадаютъ съ такими, ранѣе изученными пунктами нарушеній строенія земной коры, какъ „дислокація“ (сдвиги и складки пластовъ) въ Малевкѣ и Товарковѣ, и даже повидимому съ „Казанско-Вятской“ дислокаціей. Слѣдуетъ замѣтить, что направленіе многихъ рѣкъ Чернскаго уѣзда (также какъ и Новосильскаго) совпадаетъ съ направленіемъ тѣхъ же „тектоническихъ осей“.

Песчаный ярусъ.

По всей изслѣдованной площади надъ девонскими слоями, залегаютъ породы „песчанаго яруса“, возрастъ которыхъ за отсутствіемъ ископаемыхъ трудно опредѣлимъ; судя по тому, что онъ лежитъ на сильно размытой поверхности девонскихъ известняковъ, заполняя здѣсь часто глубокія „лощины и рѣчныя долины послѣдевонскаго періода“, а также благодаря тому, что эти породы *несогласно*, пластуются съ девонскими, – можно предположить, что отложеніе ихъ происходило черезъ громадный промежутокъ послѣ отступленія девонскаго моря (въ которомъ отложились девонскія известняковыя породы), – промежутокъ равный нѣсколькимъ геологическимъ періодамъ. Весьма вѣроятно, что отложенія песчанаго яруса происходили въ эпоху между концомъ юрскаго и началомъ мѣлового періода.

Благодаря тому обстоятельству, что песчаный ярусъ отлагался по размытой поверхности, мощность его весьма различна: въ мѣстахъ, гдѣ песчаный ярусъ заполнялъ „послѣдевонскія лощины и рѣчныя долины“, слои его достигаютъ мощности до 35 сажень (буровая скважина въ Языковскихъ хуторахъ). Обычно же мощность песчанаго

*Порода эта весьма распространена въ Новосильскомъ уѣздѣ, въ южной его части (выходитъ у гор. Новосила и по Зушѣ ниже города вплоть до устья).

яруса значительно меньше, в среднем 3-5 сажень; вследствие, чего по мощности песчаный ярус значительно уступает мощности его же в Новосильском уезде, где она на водоразделах часто достигает 15 сажень.

Исследования показали, что мощность песчаного яруса убывает с юга на север; кроме того в этом же направлении увеличивается и степень его размытости; так на юге уезда обнажения песчаного яруса довольно многочисленны, по мере движения на север, обнажения становятся все реже и реже, будучи скрыты здесь мощным слоем лесса, а в северозападном углу еще и ледниковыми отложениями.

В каждом водосборе песчаный ярус увеличивается от речных долин к главному водоразделу, где нередко он выходит прямо на дневную поверхность, или бывает прикрыт только почвой и небольшим слоем лесса.

Состав песчаного яруса в Чернском уезде довольно однообразен: почти всюду он сплошь состоит из мелкозернистых песков различного цвета (блago, желтого, красного); в этой главной массе песков в некоторых местах имеются небольшие прослойки глин, обыкновенно песчанистых. По сравнению с Новосильским уездом, где глины достигают большого развития (особенно на юге), здесь в Чернском уезде они распространены весьма мало. Главная область их развития приурочена к юго-западной части Чернского уезда, к границе с Новосильским у., по водоразделам около с.с. Ладыжена, Студенца, Спешнева и Нарфчя; в остальном районе они попадают в виде отдельных гнезд, весьма быстро выклинивающихся (Гремячево, Дьячий Ольховец, Полтево и др.).

Помимо глин, в песчаном ярусе встречаются часто прослойки железистых песчаников и железняков; однако эти породы не достигают здесь того мощного развития, какое наблюдалось в Новосильском уезде; большая часть их приурочена к юго-западному району, как и глины.

Самым верхним членом песчаного яруса является *кварцитовый песчаник*. Благодаря залеганию своему выше песков, он встречается большей частью на высоких буграх, на главных водоразделах; можно однако встретить и в лощинах, но такое его залегание является не первоначальным, а есть результат оседания глыб кварцитов на дно лощины в период выработки последней.

Также как и глина, развитие этих кварцитов довольно ограничено; большей частью они развиты на юге Чернского уезда; по мере движения к северу они исчезают, встречаясь здесь только в виде обломочного матерьяла по дну лощин.

Что касается *строительного достоинства песков*, то таковое, благодаря их мелкости, является довольно низким; встречающиеся в этой главной мелкозернистой массе прослойки крупнозернистого песка довольно редки и весьма небольшой толщины, почему

и не могут значительно повысить ценность общей массы^{*}). Не являясь пригодными для строительных растворов, эти пески мало пригодны и как матерьял для основанія шоссейной одежды, благодаря плохой водопропускной способности, хотя ихъ въ Чернскомъ уѣздѣ за неимѣніемъ болѣе лучшаго матеріала и употребляютъ для этихъ цѣлей.

Глины песчаного яруса, содержа большій процентъ песка, въ смыслѣ пригодности ихъ для горшечнаго и гончарнаго производства, уступаютъ глинамъ Новосильскаго уѣзда. По анализамъ, произведеннымъ въ химической лабораторіи, глина изъ с. Полтева (Чернскаго уѣзда) содержала 18% глинозема (сѣрно-кислая вытяжка), а по механическому анализу (ислѣдованія пластичности) содержала частицъ меньше 0,01 милиметра въ діаметрѣ – 62%, тогда какъ нѣкоторыя глины Новосильскаго уѣзда давали 25% глинозема, а въ механическомъ анализѣ 95% частицъ меньше 0,01 милиметра. Въ то время, какъ въ Новосильскомъ уѣздѣ при болѣемъ распространеніи глинъ, послѣднія нигдѣ не разрабатываются, – въ Чернскомъ уѣздѣ, несмотря на худшій, сравнительно съ Новосильскимъ уѣздомъ, составъ ихъ, онѣ съ успѣхомъ разрабатываются около с. Полтева. Здѣсь съ помощью шахтъ, почти вся деревня Вѣтрова и село Полтево разрабатываютъ небольшой сравнительно пластъ бѣлой песчанистой глины, залегающей на глубинѣ 1-2 сажени отъ поверхности и выдѣлываютъ изъ нея горшечную посуду, имѣя этимъ самымъ въ зимнее время хорошій подсобный заработокъ.

Встрѣчающіеся въ песчаномъ ярусѣ прослойки желѣзняковъ, вслѣдствіе своей незначительной мощности не могутъ имѣть какого-либо промышленнаго значенія, да и по количеству желѣза они являются бѣдными (чистаго желѣза около 33-35%), встрѣчающіеся кое-гдѣ желваки желѣзняковъ съ содержаніемъ чистаго желѣза до 56% благодаря спорадичности и небольшой массѣ не могутъ также имѣть значенія для эксплуатаціи.

Кварцитовый песчаникъ (кварцитъ), залегающій болѣею частью на буграхъ, выходитъ здѣсь въ видѣ большихъ глыбъ, весьма трудно поддающихся разработкѣ его клиньями; въ тѣхъ же мѣстахъ, гдѣ онъ залегаєтъ сплошной массой (что, положимъ, здѣсь бываетъ довольно рѣдко) онъ требуетъ примѣненія взрывчатыхъ веществъ.

Въ виду того, что при выработкѣ его какимъ бы то ни было образомъ, камень получается всегда весьма неправильной формы, онъ требуетъ при употребленіи на кладку обтески, которая однако въ немъ всегда довольно затруднительна. Поэтому на тесовую кладку его никогда не употребляютъ^{**}; главнымъ же образомъ порода эта пригодна для шоссировки и приготовленія бетона. Можетъ кварцитъ также служить и для выдѣлки жерновыхъ камней; однако примѣненіе этой породы съ этою цѣлью почему то въ Чернскомъ уѣздѣ не встрѣчается^{***}.

^{*}) Въ этомъ отношеніи пески Чернскаго уѣзда значительно уступаютъ пескамъ того же пруса въ южной части Новосильскаго уѣзда, гдѣ нерѣдко можно встрѣтить слой въ 2 сажени мощности, состоящихъ сплошь изъ превосходнаго гравія.

^{**}) Для заборовъ и сараевъ при кладкѣ насухо, или на глину онъ идетъ довольно часто.

^{***}) Въ Орловской губерніи имѣется довольно много мѣсть, гдѣ происходитъ выдѣлка жерновиковъ изъ кварцита.

Лессовый ярусъ.

Выше породъ девонской системы и песчаного яруса залегаетъ на всей площади уѣзда лессъ и его разновидность лессовидный суглинокъ. Являясь результатомъ отложенія по скату (въ періодъ выработки сѣти лощинъ) продуктово размыва породъ песчаного яруса и вывѣтрившейся части известковыхъ девонскихъ породъ, лессъ, благодаря этому, увеличиваетъ свою мощность отъ главныхъ водораздѣловъ къ рѣчнымъ долинамъ; на водораздѣлахъ онъ часто отсутствуетъ, уступая мѣсто залегающему подъ нимъ песчаному ярусу, кварциты котораго можно видѣть на буграхъ выступающими на дневную поверхность.

Измѣненіе мощности лесса идетъ однако неравномѣрно въ различныхъ мѣстахъ. Какъ показали изслѣдованія, въ тѣхъ пунктахъ лощинъ, гдѣ послѣднія переходятъ въ суходоль, гдѣ къ тому наблюдается неодинаковая крутизна береговъ, о чемъ уже говорилось выше, въ лощинахъ широтнаго направленія южный пологій берегъ всегда сплошь состоитъ изъ лесса; (происходящіе въ немъ въ этихъ мѣстахъ подмывы обнажаютъ нерѣдко пластъ его до 8 сажень высоты), между тѣмъ какъ противоположный крутой берегъ бываетъ лишенъ лесса, состоя здѣсь изъ известковой породы или обнажающейся непосредственно на поверхность или покрытой только дерномъ съ небольшою прослойкой подъ нимъ почвы и лесса.

Въ меридіональныхъ лощинахъ „лессовымъ“ берегомъ бываетъ западный, „каменистымъ“ – восточный, въ лощинахъ идущихъ съ СЗ на ЮВ, лессовымъ бываетъ юго-западный берегъ, противоположный – каменистымъ. Въ лощинахъ другихъ направленій особенно рѣзкой разницы въ составѣ породъ берега не замѣчается. Такимъ образомъ „несимметричность“ (неодинаковая крутизна) береговъ даже въ тѣхъ случаяхъ, когда поверхность береговъ вся сплошь задернована, можетъ служить въ суходолахъ вѣрнымъ руководящимъ признакомъ нахожденія близъ поверхности въ крутыхъ берегахъ (сѣверныхъ – широтныхъ и восточныхъ – меридіональныхъ) известняковъ, и, наоборотъ, признакомъ, залеганія мощнаго слоя лесса въ противоположномъ пологомъ берегу – обстоятельство весьма важное, какъ при поискахъ камня, такъ и при рытьѣ колодцевъ и при проведеніи дорогъ.

Что касается отложеній лесса въ рѣчныхъ долинахъ съ попеременно чередующимися крутыми (подмывными) и пологими (намывными) берегами, то, какъ правило, можно сказать, что пологіе берега состоятъ всегда изъ лесса, что же касается крутыхъ береговъ, то въ верховьяхъ рѣчныхъ долинъ широтнаго направленія въ сѣверномъ берегу залегаютъ известковыя породы, въ южномъ преобладаетъ лессъ; въ меридіональныхъ лощинахъ, также и въ низовьяхъ рѣкъ всѣхъ направленій, въ обоихъ подмывныхъ крутыхъ берегахъ большею частью преобладаетъ известнякъ.

Обычное примѣненіе лесса въ описываемомъ районѣ это – выдѣлка кирпичей, идущихъ на постройку избъ. Для выдѣлки кирпича пригодны болѣе глубокіе слои лесса

са, лишены „котовинь“. Кротовины эти, являющіяся остатками норъ различныхъ землероевъ, испещряютъ лессъ часто до глубины 2-хъ сажень отъ поверхности; въ среднемъ же „котовинный“ слой лесса имѣетъ мощность не болѣе сажени; благодаря тому, что кротовинный слой заключаетъ массу чернозема (заполняющаго норы), онъ мало пригоденъ для выдѣлки кирпича.

Что касается „лесса“, какъ матерьяла для возведенія плотинъ прудовъ (однихъ изъ важныхъ водоемовъ района), то для устройства „замка“ (земляной перемычки въ основаніи плотины, возводимой съ цѣлью предупрежденія фильтраціи подъ плотинной), а также для внутренней части „тѣла“ плотины (ядра) – болѣе пригодными являются глубокіе слои лесса, безъ кротовинъ и „журавчиковъ“ (стяженій углекислой извести), каковыя слои имѣютъ здѣсь свойство суглинка; на главную же массу „тѣла“ плотины весьма хорошимъ матерьяломъ является верхній „котовинный“ слой, однако лишенный „журавчиковъ“. Здѣсь слѣдуетъ еще упомянуть о водопроницаемости лёсса – свойства весьма важнаго при устройствѣ различныхъ водоемовъ. Являясь породой въ чистомъ видѣ почти не проницаемой или но крайней мѣрѣ полупроницаемой, лессъ могъ бы служить въ такомъ видѣ хорошимъ водупорнымъ основаніемъ для прудовъ и копаней, но встрѣчающіяся въ лессѣ въ верхнихъ слояхъ кротовины, которыя идутъ, какъ упоминалось, на глубину иногда до 2-хъ сажень, дѣлаютъ эту породу сильно водопроницаемой въ случаѣ налеганія ея не толстымъ слоемъ надъ песками и трещиноватыми известняками; все это ведетъ къ усыханію прудовъ – явленію довольно обычному при устройствѣ „копаней“ по поймѣ рѣчныхъ долинъ и по дну суходоловъ, въ мѣстахъ близкаго залеганія отъ поверхности известняковъ.

Кромѣ того, тотъ же кротовинный слой иногда вызываетъ и другое явленіе, – обходъ воды по кротовинамъ внутри береговъ за плотину, что болѣею частью бываетъ при снятіи съ откосовъ берега чернозема и части лесса – это также ведетъ къ паденію уровня воды въ прудѣ. Тщательное изслѣдованіе глубины залеганія кротовиннаго слоя и углубленіе глиняныхъ „замковъ“ во весь этотъ слой могутъ служить мѣрами противъ усыханія въ такихъ случаяхъ водоемовъ.

Ледниковыя отложенія.

Въ крайнемъ сѣверо-западномъ углу Чернскаго уѣзда и въ прилегающей къ нему части Бѣлевскаго уѣзда, помимо девонскихъ породъ и песчанаго яруса, имѣются еще отложенія ледниковаго періода. Примѣрно границу ихъ^{*)} можно провести отъ с. Боголюбскаго-Ползикова на Вязовню, Тургенево, Синдѣево, далѣе къ сѣверу на Парахино; отсюда граница идетъ уже по неизслѣдованной части Бѣлевскаго уѣзда; можно предположить (су-

^{*)}Точную границу можно будетъ провести послѣ обработки всего матерьяла.

дя по характеру „ледниковаго рельефа“, особенно хорошо отличимаго по трехверстной картѣ) присутствіе этихъ отложений и въ большей части площади Бѣлевскаго уѣзда^{*)}.

Полныя обнаженія ледниковыхъ слоевъ въ изслѣдованномъ районѣ нигдѣ не были встрѣчены: причиной тому служить задернованность и облѣсенность ледниковыхъ лощинъ на главныхъ водораздѣлахъ, около же рѣчныхъ долинъ – сильный смывъ этихъ отложений, благодаря большому уклону водосбора. Въ общемъ строеніе ледниковыхъ отложений таково: нижній ярусъ ихъ (у рѣчныхъ долинъ) представленъ крупнозернистыми слоистыми песками съ прослойками гравія, заключающаго мелкіе куски желѣзняка, кремня, гранита, известняка. На нихъ налегаетъ сильно песчанистая глина съ валунами гранита, діорита, кремня „шокшинскаго“ кварцита^{**)} и др., ее покрываетъ лессъ, являющійся здѣсь уже продуктомъ размыва песчанистой валунной глины. Въ устьѣ рѣки Снѣжеда и Сальницы вся песчанистая глина сплошь смыта, смыты частью и нижележащіе пески, однако валуны, благодаря большому вѣсу, остались несмытыми, почему и валяются всюду на поверхности, ухудшая своимъ присутствіемъ и безъ того малоцѣнные песчаная почва и затрудняя сильно обработку, попадая подъ плуги и сохи.

Районъ, гдѣ на поверхность выходятъ валуны, можно очертить линіей идущей отъ Кокуренкова (Орловск. губ.) на Костомарово, отсюда на Сухую Сальницу, Козловку, Любень, далѣе снова на югъ къ Шлыкову. Слѣдуетъ здѣсь упомянуть о весьма своеобразномъ строеніи наносныхъ (аллювіальныхъ) отложений по дну многихъ лощинъ въ ледниковомъ и соприкасающемся съ нимъ районахъ: въ боковыхъ стѣнкахъ глубокихъ водотоковъ, прорѣзающихъ широкія лощины (Синдѣево, Любень, Лунино, Васенкова, Сальница и др.) можно видѣть подъ слоемъ почвы и, подстилающаго послѣднюю, сѣроватаго глинистаго наноса мощностью до 1 сажени – слой „погребеннаго“ чернозема, причемъ надъ этимъ черноземомъ наблюдаются хорошо сохранившіеся остатки толстыхъ дубовъ, выступающихъ изъ стѣны водотока. Въ нѣкоторыхъ пунктахъ (Сальница) этотъ „дубовый“ слой покрывается бѣлыми песками мощностью до 1 сажени; слой погребеннаго чернозема и здѣсь всегда замѣтенъ. Ниже „дубоваго“ слоя идутъ или ледниковые пески или лессовидный суглинокъ.

Приведенные факты заставляютъ сдѣлать предположеніе, что послѣ отступленія ледника и сформированія лощинъ, черезъ значительный промежутокъ времени (въ теченіе котораго по бывшему тогда дну лощины могъ образоваться слой чернозема и могли поселиться дубы) – послѣдовало снова наступленіе ледника, который однако не дошелъ до описываемаго района и потому и не заполнилъ своими отложениями лощины, между тѣмъ талыя воды его съ несомыми частицами песковъ и глинъ достигали лощинъ и слѣдуя по нимъ отлагали по пути наносы, погребая подъ собою растущіе по лощинѣ дубы.

^{*)}Слѣдуетъ отмѣтить, что границу ледника на геологическихъ картахъ проводили до сихъ поръ гораздо сѣвернѣе, примѣрно около гор. Бѣлева.

^{**)}Порода залегаетъ на сѣверъ Россіи около Онежскаго озера.

Что касается строительной цѣнности ледниковыхъ отложеній, то весьма распространенные въ ледниковомъ районѣ *пески*, благодаря своей чистотѣ и крупнозернистости представляютъ *превосходный матерьяль* для строительныхъ растворовъ, для балласта желѣзныхъ дорогъ и для основанія щебеночныхъ одеждъ мостовыхъ. Встрѣчающіеся часто въ пескахъ большіе прослойки мелкаго гравія дѣлаютъ эту породу кромѣ того пригодной даже и для такихъ работъ, какъ желѣзобетонныя и желѣзоцементныя.

Обнаженій песковъ въ ледниковомъ районѣ весьма много; главною областью ихъ выходовъ является рѣчная долина Сальницы отъ д. Лунина до устья, также сухо-доль р. Любень отъ устья до дер. Любень.

Д. Провальныя образованія.

Почти въ каждой лощинѣ, или въ берегахъ ея, или въ днѣ можно наблюдать различной формы и величины углубленія, то въ видѣ еле замѣтныхъ прогибовъ поверхности берега, то въ видѣ небольшихъ круглыхъ воронокъ по дну и по берегамъ, то, наконецъ, въ видѣ громадныхъ ямъ, захватывающихъ не только все дно, но и берега на большомъ протяженіи.

Эти образованія^{*)}, какъ показали изслѣдованія являются результатомъ циркуляціи подземныхъ водъ на нѣкоторой глубинѣ отъ поверхности. Различные типы этихъ „провальныхъ“ образованій приведены въ программѣ изслѣдованій, прилагаемой къ отчету; здѣсь можно указать, что всѣ типы ихъ раздѣляются на двѣ категоріи: одни углубленія обусловлены медленнымъ выносомъ въ лощины грунтовыми водами (стекающими подъ поверхностью водосборной площади лощины къ этой послѣдней) – мельчайшихъ частицъ изъ лесса и песка, также выносомъ растворимыхъ частицъ, включенныхъ въ эти породы. Процессъ этотъ, происходя въ теченіе продолжительнаго времени, вызываетъ постепенное осѣданіе береговъ, образуя въ тѣхъ или другихъ мѣстахъ или сплошные прогибы береговъ, или же чаще отдѣльные прогибы чашеобразной формы различныхъ размѣровъ отъ небольшой чашки діаметромъ 5-10 саженой, весьма значительныхъ размѣровъ прогиба, принимающаго тогда, видѣ лощины (люпина – прогибъ). Образование этихъ прогибовъ въ нѣкоторыхъ мѣстахъ уже закончилось, въ другихъ же продолжается и по сіе время; въ послѣднемъ случаѣ по дну чашеобразнаго прогиба наблюдается заболачиваніе поверхности^{**)}. Типы провальныхъ образованій этой категоріи (прогибы) приурочены главнымъ образомъ къ верхнимъ стволамъ лощинъ, находящихся близъ водораздѣловъ; здѣсь они въ нѣкоторыхъ мѣстахъ идутъ на большомъ протяженіи, вслѣдствіе чего поверхность берега бываетъ волнистой.

^{*)}Весьма распространенныя и во всемъ Новосильскомъ уѣздѣ.

^{**)}Такіе чашеобразные прогибы могутъ служить пунктами, гдѣ можно встрѣтить близко грунтовую воду, воду однако слабую, такъ какъ болѣе обильное залеганіе грунтовой воды почти всегда сопровождается «оползнями» береговъ (о чемъ будетъ говорить ниже).

Другого рода провальныя образования обусловлены раствореніем известняковъ водой, просачивающейся вглубь дна лощинъ, вслѣдствіе чего происходитъ появленіе подземныхъ пустотъ и пещеръ, послѣдующій затѣмъ обвалъ потолка, что и вызываетъ образование провальныхъ воронокъ и ямъ на дну, и провальныхъ „вдавленій“ въ берегахъ и, наконецъ, образование цѣлыхъ „проваловъ лощинъ“.

Ислѣдованіе распространенія этихъ проваловъ по всей площади Чернскаго также и Новосильскаго уѣздовъ показало, что эти образования:

1) приурочены главнымъ образомъ къ лощинамъ, занятымъ лѣсомъ, или бывшихъ подъ нимъ въ прежнія времена (послѣднее можно было выяснитъ по слѣдамъ дубовой поросли, также по распространенію лѣсовъ по даннымъ трехверстной карты,

2) большая часть ихъ находится кромѣ того въ лощинахъ съ пологимъ дномъ, въ районѣ съ небольшимъ уклономъ водосборной площади,

3) наконецъ, провалы распространены въ тѣхъ пунктахъ лощины, гдѣ близъ поверхности дна (или береговъ) залегаютъ известняки. Кромѣ того было выяснено, что

4) провалы отсутствуютъ въ тѣхъ лощинахъ, гдѣ въ днѣ залегаютъ глины песчаного яруса или вообще водонепроницаемыя породы.

Такая законность въ распространеніи проваловъ объясняется самими условіями ихъ возникновенія: для растворенія известняка, какъ извѣстно, требуется присутствіе въ водѣ углекислоты безъ таковой процессъ растворенія будетъ идти весьма медленно: помимо присутствія углекислоты въ воздухѣ, таковая имѣется въ большомъ количествѣ въ почвѣ, гдѣ она является продуктомъ различныхъ біологическихъ процессовъ. Но для такого энергичнаго процесса растворенія известняковъ, результатомъ котораго было бы появленіе большихъ провальныхъ воронокъ и цѣлыхъ проваловъ лощинъ, необходимы болѣе обильные источники углекислоты; для образования провала, необходимы, кромѣ того, и благоприятныя условія проникновенія углекислоты вмѣстѣ съ водою вглубь.

Всѣ эти условія имѣются въ листовномъ лѣсу: въ послѣднемъ всегда находится достаточный *слой лѣсной подстилки*, которая, перегнивая, будетъ выдѣлять большое количество углекислоты. Вмѣстѣ съ тѣмъ лѣсъ, *задерживая въ лощинѣ таяніи снѣга и стокъ дождевыхъ водъ*, благодаря корнямъ и подстилкѣ, будетъ заставлять воду медленно стекать по лощинѣ и болѣе впитываться въ почву, причемъ послѣднему обстоятельству будутъ особенно способствовать *ходы отмершихъ корней деревьевъ и пологій уклонъ* дна лощины. Просачиваясь вглубь, вода захватитъ углекислоту, накопившуюся въ верхнемъ слоѣ отъ гніенія подстилки, по пути также поглотитъ и углекислоту, выдѣляемую корнями, и насыщенная ею дойдетъ до известняковыхъ породъ, гдѣ, слѣдуя по трещинамъ, станетъ въ различныхъ мѣстахъ производить раствореніе породы. Раствореніе будетъ однако возможно тогда, когда подъ почвой не *будетъ водонепроницаемыхъ породъ*, а слои известняка будутъ находиться близко къ поверхности и

не будут отдѣлены отъ поверхности большимъ слоемъ лесса. Последнее объясняетъ съ одной стороны тотъ фактъ, почему провалы отсутствуютъ въ лощинахъ, гдѣ залегаютъ глина песчанаго яруса, съ другой стороны – почему провалы развиты въ тѣхъ мѣстахъ лощины, гдѣ послѣдняя настолько углубилась въ грунтъ, что известковыя породы стали находиться близко отъ поверхности дна.

Нѣтъ возможности перечислить въ краткомъ отчетѣ всѣ пункты, гдѣ встрѣчены провалы, всѣ они будутъ отмѣчены на особой „картѣ проваловъ“, прилагаемой къ полному отчету; можно здѣсь только указать районы, гдѣ особенно развиты провалы; къ такимъ прежде всего относится юго-восточная часть Чернскаго уѣзда – районъ истоковъ рѣкъ Зуши, Ситовой Мечи, Каменки и Плавнцы – этотъ поистинѣ „провальный районъ Чернскаго уѣзда“, съ многочисленными провалами въ видѣ воронокъ, ямъ „котловъ“ и проваловъ лощинъ.

Большая часть ихъ принадлежитъ здѣсь къ „дѣйствующимъ проваламъ“, гдѣ по дну имѣются свѣжія дыры и ямы, куда уходитъ вглубь вода, протекающая по лощинѣ. По мѣрѣ движенія на западъ число и размѣры проваловъ уменьшаются, уменьшается и число „дѣйствующихъ“ проваловъ, взамѣнъ которыхъ появляются „заиленные провалы“ съ ровнымъ дномъ безъ ямъ и дыръ. Въ верховьяхъ Роски, Студенца, Филиной Зуши, Угоди и Черни эти образования еще встрѣчаются, но далѣе на западъ и особенно на сѣверо-востокъ въ низовки р. Черни, Студенца, Снѣжеда провалы почти совершенно пропадаютъ, что обуславливается большимъ уклономъ дна лощинъ, изрѣзаннаго къ тому же здѣсь всюду водотокомъ.

Значеніе провальныхъ образований для оцѣнки земель.

Какого бы типа провальныя образования не были, всѣ они сильно измѣняютъ нормальный контуръ лощинъ. Провальныя воронки свѣжія и заиленные измѣняютъ поверхность дна, береговые прогибы, вдавленія и воронки измѣняютъ профиль береговъ; еще болѣе измѣняется первоначальная форма не только лощинъ, но и окружающей лощину мѣстности въ мѣстахъ появленія провала-лощины и прогибовъ-отвершковъ. Въ большей части случаевъ такого рода измѣненія рельефа являются нежелательными для земледѣльца: воронки, ямы и провалы лощинъ почти не утилизируются по неудобству такихъ мѣстъ; неудобными представляются также и провальныя чашеобразныя прогибы и лощины, благодаря крутизнѣ ихъ боковъ, неудобныхъ для косыбы травы.

Но кромѣ измѣненія рельефа, провальныя образования даютъ толчекъ проявленію физико-геологическихъ процессовъ иного характера: въ тѣхъ мѣстахъ лощинъ, гдѣ имѣются глубокія провальныя воронки можно видѣть выше ихъ по дну лощины на нѣкоторой длинѣ водотокъ, происшедшій, благодаря увеличенію уклона дна, размѣры этого водотока зависятъ отъ глубины провала: появившись въ днѣ, онъ вызываетъ порчу дна въ этомъ мѣстѣ, къ счастью въ большинствѣ случаевъ порчу небольшую, благодаря небольшой

длинѣ водотока. Болѣе опасными и болѣе, распространенными являются случаи образования береговых промоинъ въ чашеобразныхъ прогибахъ и отвершкахъ: о чемъ уже упоминалось выше. Появляясь въ районѣ интенсивнаго размыва, чашеобразные прогибы и вдавленія служатъ тѣми пунктами, отъ которыхъ начинаютъ свой ростъ береговья промоины, превращающіяся затѣмъ въ громадныя растущіе рвы, возникновенію здѣсь которыхъ способствуетъ и распашка этихъ чашеобразныхъ прогибовъ.

Въ мѣстахъ залеганія глинъ песчанаго яруса, провальныя образования (главнымъ образомъ провальныя воронки) могутъ вызвать появленіе оползня въ берегахъ, о какихъ будетъ говоритья ниже.

Помимо отрицательной стороны нѣкоторыя провальныя образования имѣютъ и свою положительную сторону. Изученіе процессовъ размыва въ областяхъ съ развитыми провалами обнаружили весьма важный фактъ *вліяніи проваловъ на предотвращеніе порчи угодій*, расположенныхъ по лощинамъ. Исслѣдованіями выяснилось, что въ лощинахъ съ развитыми „дѣйствующими“ провалами часть лощинъ лежащая ниже проваловъ бываетъ или совсѣмъ лишена водотоковъ, имѣя тогда совершенно ровное дно, или въ случаѣ присутствія водотоковъ послѣдніе бываютъ слабо развиты и не достигаютъ тѣхъ большихъ размѣровъ, какіе можно наблюдать въ сосѣднихъ лощинахъ съ одинаковыми условіями стока и водосборомъ, но лишенныхъ проваловъ; это явленіе объясняется водопоглащающимъ дѣйствіемъ проваловъ, благодаря которому размывающая сила воды ослабѣваетъ и уже не бываетъ въ состояніи произвести размывъ dna ниже провала. Такая громадная роль проваловъ въ задержкѣ роста водотоковъ – этого бича луговыхъ угодій, была обнаружена во многихъ пунктахъ не только Чернскаго, но и Новосильскаго уѣздовъ.

Пронесшіеся надъ Чернскимъ уѣздомъ въ іюнѣ мѣсяцѣ этого года сильныя ливни дали возможность партіи сдѣлать наблюденія надъ поглощеніемъ воды провалами. Одно изъ такихъ наблюденій было произведено нѣкоторыми участниками гидрогеологической партіи, застигнутыми ливнемъ 12-го іюня въ одной изъ лощинъ съ провальными воронками, въ истокахъ р. Каменки (Борково). Ливень этотъ начался около 12½ часовъ дня и продолжался непрерывно около 1½ часа. Въ упомянутой лощинѣ находилось 9 слѣдующихъ другъ за другомъ провальныхъ воронокъ діаметромъ отъ 3-хъ до 10 сажонъ и глубиною 1-1½ сажени. Послѣ начала ливня постепенно къ воронкамъ стала подступать вода, которая сначала поглащалась вся первыми двумя воронками. Черезъ часъ послѣ начала ливня поступленіе воды къ воронкамъ стало достигать громадной величины; судя по заполненію заиленныхъ воронокъ, поступленіе воды доходило до 1-1½ куб. сажени въ секунду, первыя воронки уже не успѣвали поглащать воду и послѣдняя стала переливаться въ нижележащія. Къ концу ливня вода была во всѣхъ воронкахъ, однако черезъ послѣднюю воронку вода не перелилась и такимъ образомъ вся

вода полуторачасового ливня, поступавшая съ водосбора около 200 десятинь, была поглащена провалами. На слѣдующій день утромъ были осмотрѣны тѣ же воронки, которыя оказались уже сухими. Въ этотъ же день и слѣдующіе дни были изслѣдованы и многія другія воронки въ той же области, причемъ во многихъ изъ нихъ по слѣдамъ ила на бокахъ было видно, что вода ливня не переходила за воронки и была вся поглащена ими; въ то же время въ лощинахъ, лишенныхъ проваловъ, можно было видѣть слѣды грандіознаго размыва отъ прошедшаго ливня, также заносы дна лессомъ, тогда какъ въ лощинахъ съ провалами размывовъ и заносовъ дна не наблюдалось.

Значеніе проваловъ въ водоносности и водномъ хозяйствѣ района.

Помимо значенія проваловъ въ предотвращеніи порчи угодій, изслѣдованія обнаружили не менѣе важную роль ихъ въ питаніи грунтовыхъ водъ. Выяснилось, что *поглощаемая ими громадная масса воды тающихъ снѣговъ и ливней, просачиваясь въ известняки питаетъ водою „известняковый“ девонскій водоносный пластъ, выходами котораго на поверхность въ видѣ ключей почти исключительно питаются мѣстныя рѣчки.* Это вліяніе проваловъ на питаніе грунтовыхъ водъ и рѣкъ, уже констатированное работами прошлаго года для всего Новосильскаго уѣзда, вполне подтвердилось и для всего Чернскаго уѣзда, въ которомъ всюду можно наблюдать связь числа дѣйствующихъ проваловъ съ числомъ и обиліемъ ключей, выходящихъ въ рѣчной долинь вблизи района съ провалами. Особенно рѣзко бросается это въ глаза въ юго-восточной части Чернскаго уѣзда въ области наибольшаго развитія проваловъ; здѣсь даже можно указать тѣ лощины, гдѣ происходитъ питаніе истоковъ рѣкъ Ситовой Мечи, Каменки и Зуши – до того ясно выражена здѣсь зависимость между ключами и находящимися по близости къ выходу ихъ провалами.

Совершенно обратную картину представляютъ низовья рѣкъ Черни и „ледниковый районъ“ Снѣжеда; благодаря незначительному здѣсь числу проваловъ, совсѣмъ почти отсутствуютъ ключи, такъ что главное питаніе рѣкъ происходитъ въ верховьяхъ.

Остается еще упомянуть объ одномъ немаловажномъ значеніи проваловъ для воднаго хозяйства района.

Поглащая всегда большее или меньшее количество протекающей по лоцинѣ воды, провалы тѣмъ самымъ могутъ служить помѣхой при устройствѣ на такихъ лощинахъ различныхъ водоемовъ, вода въ которыхъ благодаря проваламъ не будетъ держаться. Особенно опасны здѣсь заиленные провалы, которые безъ тщательнаго изслѣдованія трудно бываетъ подмѣтить; между тѣмъ послѣ устройства плотины, подъ вліяніемъ большаго напора воды заиленная дыра прочищается, послѣ чего весь прудъ быстро высыхаетъ. Въ этихъ случаяхъ присутствіе особыхъ образований въ берегахъ, сопутствующихъ этимъ проваламъ о каковыхъ будетъ подробно говорить въ полномъ от-

четь,^{*)} также присутствіе своеобразной „флоры провалов“^{**)} – могут дать указанія относительно тѣх мѣсть, гдѣ слѣдует остерегаться устраивать водоемы.

Большія провальныя воронки и провалы лощинъ иногда имѣютъ до того плотно заиленное дно, что вода, наполняющая ихъ, можетъ въ нихъ долгое время держаться, благодаря чему здѣсь образуется естественное водохранилище въ видѣ „провальнаго озора“, каковыя водоемы оказываютъ большую пользу, служа для водопоя скота на отдаленныхъ отъ селеній участкахъ полей.

Г. Оползни береговъ

Въ тѣхъ лощинахъ, гдѣ въ берегахъ залегаютъ водоупорныя глины, на поверхность которыхъ налегаетъ рыхлый водонепроницаемый пластъ, весьма часто происходитъ сползаніе части берега къ серединѣ лощины, образуется то, что принято называть „оползнемъ“.

Условія для его образованія имѣются въ описываемомъ районѣ тамъ, гдѣ въ лощинахъ залегаютъ глины песчанаго яруса (или иногда глины девонскія) прикрытыя песчаными слоями, въ которыхъ можетъ циркулировать вода, главнымъ образомъ и обуславливающая появленіе оползня. Такъ какъ глины песчанаго яруса въ Чернскомъ уѣздѣ имѣютъ весьма ограниченное распространеніе, то отсюда видно, почему и оползни въ данномъ районѣ встрѣчаются рѣдко и не достигаютъ того громаднаго развитія, какое наблюдается въ Новосильскомъ уѣздѣ; гдѣ эти образованія въ центральной и особенно южной части обнаруживаются чуть не въ каждой лощинѣ.

Районъ развитія оползней къ Чернскомъ уѣздѣ приурочивается главнымъ образомъ къ юго-западной части уѣзда, къ водосбору рѣки Нарѣчья, затѣмъ ихъ можно видѣть въ самомъ верховье Студенца, Роски, Черни, Филиной Зуши, Пластицы; отдѣльными „островами“ ихъ можно видѣть и по всему остальному району^{***)}.

Что касается наибольшаго развитія оползней по отдѣльнымъ берегамъ въ зависимости отъ ихъ направленія, то въ юго-западной части Чернскаго уѣзда изслѣдованія обнаружили ту же законность, какая была отмѣчена для всего Новосильскаго уѣзда работами прошлаго года; – именно въ лощинахъ *меридіональнаго* направленія (идушихъ съ сѣвера на югъ и обратно) и близкаго къ таковому – *оползни приурочены къ восточному* берегу. Въ лощинахъ широтнаго направленія оползни, бываютъ безразлично или на одномъ или на другомъ берегу, или, что болѣе часто, на обоихъ берегахъ. Приведенные факты объясняются паденіемъ пластовъ глинъ песчанаго яруса съ востока на западъ, благодаря чему въ этомъ направленіи болѣе всего облегчено сползаніе береговъ по водоупорной глинѣ.

^{*)}Пункты находенія заиленныхъ проваловъ будутъ всѣ приведены на планѣ въ полномъ отчетѣ.

^{**)}Главными представителями флоры проваловъ являются: крапива (глухая и обыкновенная), лопухъ, репейникъ, лебеда и др.

^{***)}Всѣ оползни будутъ показаны на особой картѣ въ полномъ отчетѣ.

Чѣмъ далѣе отсюда (юго-западной части Чернск. у.) къ сѣверу, тѣмъ число оползней, какъ сказано, уменьшается, въ томъ же направленіи постепенно исчезаетъ и закономерность въ распредѣленіи оползней по берегамъ: на сѣверѣ уѣзда оползни встрѣчаются безразлично на обоихъ берегахъ всѣхъ направленій, какъ широтныхъ, такъ и меридіональныхъ лощинъ, что объясняется частью тѣмъ обстоятельствомъ, что глина эта не залегаєтъ сплошнымъ пластомъ, выклиниваясь довольно быстро, – частью и тѣмъ, что нѣкоторые изъ находящихся здѣсь оползней приурочены уже къ глинамъ девонской системы, имѣющей почти обратный наклонъ пластовъ (съ ЮЗ на СВ), чѣмъ глина песчаного яруса.

Причины оползней.

Оползень въ берегахъ произойдетъ только тогда, когда какая либо внѣшняя сила уничтожитъ равновѣсіе земляныхъ массъ въ берегу. Въ Чернскомъ уѣздѣ*) такими причинами оползня является.

1) прежде всего появленіе въ районахъ глины песчаного яруса по дну лощины, водотока, который, глубоко врѣзаясь въ дно, нарушаетъ равновѣсіе земляныхъ массъ въ берегахъ.

2) Причиной образованія оползня можетъ служить и промоина въ берегахъ. Въ районѣ съ большимъ распространеніемъ оползней, особенно рѣзко оползень въ промоинѣ произойдетъ тогда, когда послѣдняя образуется въ берегахъ широтнаго направленія.

3) Оползень можетъ появиться благодаря образованію проваловъ, о чемъ уже упоминалось.

Кромѣ этихъ *естественныхъ* причинъ, оползни часто появляются и благодаря причинамъ искусственнымъ; такія причины бывають двоякаго рода: однѣ непосредственно могутъ вызвать оползень, другія сами по себѣ не могутъ вліять на образованіе оползня, но давая толчекъ для усиленія нѣкоторыхъ естественныхъ процессовъ, тѣмъ самымъ будутъ вызывать его образованіе.

Къ первому роду причинъ относится *производство глубокихъ земляныхъ выемокъ*; ко второму роду причинъ относится *проведеніе канавъ, рубежей и бороздъ по дну и берегамъ лощинъ*. Особенно опасны такія выемки въ областяхъ интенсивнаго размыва, гдѣ имѣются выходы глинъ песчаного яруса. Здѣсь появляющаяся въ берегахъ промоина, дойдя до водоупорной глины вызоветъ образованіе оползней. Къ такой же категоріи причинъ относится возведеніе плотинъ на большихъ водосборахъ безъ укрѣпленныхъ водосливовъ въ районѣ залеганія глинъ песчаного яруса; появляющіяся благодаря размыву береговъ у бока плотины промоины могутъ вызвать появленіе оползня въ берегахъ;**) то же произой-

*) Это же относится и къ Новосильскому уѣзду.

**) Въ Новосильскомъ уѣздѣ отмѣчено нѣсколько случаевъ, когда появленіе оползня въ обоихъ берегахъ широтныхъ лощинъ, благодаря промоинамъ около плотины, вело къ прорыву этой плотины даже и при небольшой водосборной площади пруда.

деть и въ случаѣ образованія водотока, благодаря появленію оползня. Слѣдуетъ еще упомянуть объ одной причинѣ искусственнаго характера, вызывающей непосредственно появленіе оползня въ берегахъ, – это *возведеніе высокихъ насыпей или тяжелыхъ построекъ* на берегахъ, подверженныхъ оползнямъ. Большое давленіе насыпи на поверхность такого берега, земляныя массы котораго имѣютъ неустойчивое равновѣсіе, вызываетъ нарушеніе этого равновѣсія, результатомъ чего является оползень. Одинъ изъ такихъ случаевъ^{*)} произошелъ въ Чернскомъ уѣздѣ, въ 1902 году на Московско-Курской желѣзной дорогѣ между станціями Кресты и Чернь. Здѣсь въ одномъ пунктѣ (287-ая верста) была возведена, на переходѣ дорогой лощины, насыпь 6-ти сажень высоту; (въ обоихъ берегахъ этой лощины значительно ниже насыпи изслѣдованіями этого года отмѣчены старыя слѣды оползней). Благодаря громадному вѣсу насыпи появились оползни въ обоихъ берегахъ, что повело къ тому, что насыпь стала ползти книзу лощины. До 1902 года сползаніе это было медленное, но въ 1902 году произошелъ громадный обвалъ насыпи, исправленія которой потребовало громадныхъ расходовъ^{**)}.

Появившійся отъ какихъ бы то ни было причинъ оползень не остается безъ вліянія на ходъ другихъ физико-геологическихъ процессовъ: оползшая земляная масса, вдвинувшись въ дно лощины или въ водотокъ, создаетъ препятствіе для свободнаго прохода стекающей по лощинѣ воды; производя суженіе этого прохода, оползень заставляетъ съ одной стороны подмывать противоположный берегъ или бокъ водотока, съ другой стороны вызываетъ появленіе водотока, гдѣ его не было; въ мѣстахъ же, гдѣ водотокъ существовалъ – углубленіе дна его; подмывъ въ свою очередь вызываетъ обвалъ или оползни противоположнаго берега, тогда какъ углубленіе дна водотока или его новообразованіе, вызываетъ появленіе вторичнаго оползня, который часто захватываетъ не только полосу занятую первичнымъ оползнемъ, но также и полосу берега, нетронутую прежнимъ оползнемъ.

Значеніе оползней для оцѣнки угодій и въ водномъ хозяйствѣ района.

Что касается оползней происшедшихъ сравнительно недавно, то такіе оползни приводятъ въ полную негодность всю площадь, занятую ими: масса трещинъ и бугровъ, выклинивающаяся грунтовая вода, иной разъ превращающая поверхность въ настоящее болото, – все это дѣлаетъ эти площади непригодными для пашни и луга. Старыя „оползневья

^{*)}Въ Новосильскомъ уѣздѣ было констатировано нѣсколько случаевъ оползней подъ вліяніемъ возведенія высокихъ насыпей для „прудокопаней“.

^{**)}По даннымъ описанія этого обвала, исправленіе это обошлось около 28000 рублей; причемъ частичный ремонтъ ея продолжается и по настоящее время, такъ какъ насыпь повидимому все еще ползетъ. Слѣдуетъ здѣсь замѣтить, что какъ произведенныя въ то время, такъ и продолжающіяся теперь работы сосредоточены исключительно въ насыпи; производители работъ, видя причину обвала въ самой насыпи, предприняли здѣсь дорогія работы по ея осушенію, тогда какъ изъ всего предыдущаго явствуетъ, что причина обвала лежитъ исключительно въ берегахъ почему и работы по осушенію должны сосредоточиваться только въ нихъ.

поверхности“ береговъ въ нѣкоторыхъ мѣстахъ хотя и бываютъ удобны для луговыхъ угодій, однако въ большинствѣ случаевъ, вслѣдствіе бугристости и кочковатости, вызывающей во многихъ мѣстахъ застой воды, вслѣдствіе также нерѣдкаго здѣсь выклиниванія грунтовой воды онѣ также представляютъ большое неудобство, даже для пользованія этой площадью какъ лугомъ. Всѣ же оползневья поверхности безусловно непригодны для пашни; благодаря нарушеніямъ во время сползанія структуры грунта, распашка ихъ вызываетъ всегда сильный смывъ почвы или образованіе береговыхъ промоинъ. Весьма отлогія оползневья поверхности могутъ быть въ нѣкоторыхъ случаяхъ использованы подъ устройство на нихъ небольшихъ копаныхъ водоемовъ; въ обследованномъ районѣ нерѣдко на такихъ площадяхъ копаются „сажалки“ или устраиваются большія копани, которыя, наполняясь грунтовой водой, выклинивающейся изъ подъ берега, служатъ здѣсь для мочки пеньки. Устройство такихъ водоемовъ при большомъ безводіи района можетъ принести громадную пользу; особенно же эти водоемы удобны, благодаря своей дешевизнѣ, для участковъ земли, весьма отдаленныхъ отъ селеній.

На оползневыхъ поверхностяхъ весьма часто можно видѣть много выкопанныхъ колодцевъ, что вызывается близостью и постоянствомъ здѣсь грунтовой воды.

Е. Водоносность.

Элементами водоносности въ Чернскомъ уѣздѣ служатъ: 1) воды подземныя, въ видѣ нѣсколькихъ водоносныхъ горизонтовъ, 2) воды поверхностныя а) проточныя, въ видѣ ключей, ручьевъ и рѣкъ и б) воды стоячія: в¹) естественныя – провальныя озера, болота и в²) искусственныя: пруды, копани и прудоконани.

Грунтовая вода.

Что касается подземныхъ водъ, то для Чернскаго уѣзда извѣстно нѣсколько водоносныхъ горизонтовъ. Самый *нижній* и наиболѣе другихъ обильный водоносный горизонтъ, распространенный по всему уѣзду, залегаетъ въ *девонскихъ известнякахъ*; онъ обнаруженъ глубокими буровыми скважинами въ различныхъ пунктахъ уѣзда (Языково, Елагино, Горки, Липицы, Булычи, Чернь). Горизонтъ воды его въ общемъ приуроченъ къ уровню ближайшаго пункта рѣки, немного повышаясь къ водораздѣламъ. Въ среднемъ глубина его отъ поверхности земли на водораздѣлахъ колеблется отъ 25 до 35 сажень, ближе къ рѣкѣ, глубина эта становится, конечно, меньше.

Благодаря тому обстоятельству, что пласть этотъ находится подъ мощнымъ (до 20-25 сажень) слоемъ известняковыхъ породъ различной твердости^{*)}, – то отсюда видно, что добываніе воды этого горизонта сопряжено съ большими расходами, къ чему

^{*)}Мощность каждаго слоя извѣстной плотности для какого-либо пункта можетъ быть опредѣлена по гипсометрической и геологической картѣ, которыя будутъ въ подробномъ отчетѣ.

однако приходится здѣсь прибѣгать, такъ какъ грунтовья воды болѣе верхнихъ горизонтовъ, какъ увидимъ ниже, встрѣчаются довольно рѣдко.

Для сужденія о качествѣ воды этого горизонта могутъ служить нѣкоторые анализы, произведенные въ химической лабораторіи. Такъ, по даннымъ анализа, вода изъ бурового колодца въ Липицахъ имѣла общую жесткость (сѣрнокислыя и углекислыя щелочи) 13° нѣмецкихъ; постоянную жесткость, неустранимую кипяченіемъ – 5° нѣм.; плотнаго остатка – 294 миллиграмма въ литрѣ, хлора 6 миллигр., сѣрнаго ангидрида 12,6 – какъ видно вода довольно хорошая.

Вода изъ бурового колодца въ Языковѣ значительно уступаетъ предъидущей: жесткость общая 27° нѣм.; постоянная жесткость $9,5^{\circ}$, плотнаго остатка уже 566 миллиграммъ въ литрѣ, хлора 16,2, сѣрнаго ангидрида 19,2.

Помимо нижняго девонскаго водоноснаго пласта, въ известнякѣ имѣется въ нѣкоторыхъ мѣстахъ *второй верхній известняковый пластъ*. Въ областяхъ, гдѣ залегаетъ свѣтложелтый доломитизированный известнякъ – (2-ой членъ схемы приведенной въ геологическомъ описаніи) – въ тѣхъ пунктахъ, гдѣ близъ поверхности находится слой зеленовато-сѣрой глины, при томъ тамъ, гдѣ эта послѣдняя прикрыта или рыхлыми песчаными и лессовыми пластами, или щебенистымъ слоємъ – поверхностныя воды, просачивающіяся вглубь, могутъ задержаться на этой глинѣ; образуя на ней верхній известняковый водоносный пластъ. Этотъ пластъ встрѣчается преимущественно въ сѣверной части уѣзда, гдѣ благодаря слабому развитію песчанаго яруса глины выходятъ близко къ дневной поверхности: его можно встрѣтить въ верховьѣ рѣки Черни, Снѣжеда, въ лощинахъ лѣваго берега Пластицы. По водообилію этотъ верхній пластъ значительно уступаетъ нижнему: въ большинствѣ случаевъ горизонтъ этотъ бываетъ бѣденъ водой, кромѣ того, въ зависимости отъ налеганія большого или меньшаго слоя труднопроницаемыхъ породъ, онъ выклинивается быстро въ горизонтальномъ направленіи.

Въ районѣ залеганія глинь песчанаго яруса, въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ сверху ихъ залегаютъ проницаемыя породы, образуется *верхній „песчаный“ водоносный пластъ*. Главное его распространеніе приурочено къ юго-западной части Чернскаго уѣзда къ водосбору верховьевъ рѣкъ Нарѣчья, Студенца и Филиной Зуши.

Западной границей его можетъ служить линія, проведенная отъ д. Шаталовы Дворики на Журавлевъ хуторъ, Кукуевку, Малое Теплое, Кислино, Лысово, Долгая; восточной – линія, пересекающая верховья лощинъ водосбора Филиной Зуши и идущая на сѣверъ отъ Воинова на Студенецъ и Ладыжено (Архангельское); сѣверной – водораздѣлъ Роски и Студенца; на югъ эта область входитъ въ предѣлы Новосильскаго уѣзда, гдѣ этотъ пластъ распространенъ въ большей части уѣзда.

Райономъ его распространенія въ Чернскомъ уѣздѣ служитъ также водораздельное плато, идущее отъ Дьячаго Ольховца на Гремячево, Жуково, Кобилинъ хуторъ. Отдѣльными небольшими островками онъ встрѣчается около Моховаго колодца, Горбачева и др.

Водообилие „песчаного“ пласта в общемъ увеличивается отъ сѣвера къ югу т. е. прямо пропорціонально увеличенію мощности песчаного яруса и распространенію глинъ въ послѣднемъ. Но и въ районѣ наибольшаго развитія его, обилие измѣняется въ зависимости отъ направленія лощинъ, разсѣкавшихъ этотъ пластъ. Такъ какъ глины песчаного яруса, какъ уже упоминалось, имѣютъ въ югозападной части Чернскаго уѣзда наклонъ съ востока на западъ, то въ пространствѣ между двумя лощинами меридіональнаго направленія обилие водоноснаго пласта будетъ увеличиваться отъ западнаго берега восточной лощины къ восточному берегу западной лощины, благодаря чему колодцы у восточнаго берега меридіональныхъ лощинъ бывають всегда болѣе обильны водой, чѣмъ у западнаго берега, гдѣ въ большинствѣ случаевъ грунтовая вода совершенно отсутствуетъ.

Какъ и въ верхнемъ известняковомъ пластѣ, уровень грунтовой воды „песчаного“ пласта, завися отъ атмосферныхъ осадковъ соответствующаго періода, сильно колеблется въ различныя времена года; даже въ районѣ съ обильной грунтовой водой, послѣдняя въ сухіе года совершенно пропадаетъ, почему селенія, пользующіяся водой этого пласта, терпятъ въ это время большую нужду въ водѣ. Еще менѣе постояннымъ и при томъ болѣе бѣднымъ водой, чѣмъ предъидущіе два верхнихъ пласта, является *водосный слой заключающейся въ лёссъ*; появляется онъ въ различныхъ мѣстахъ въ зависимости отъ того, будетъ ли близъ поверхности болѣе плотный слой лёсса, который бы задержалъ просачиваніе воды вглубь; появляясь при этомъ главнымъ образомъ послѣ таянія снѣговъ, онъ къ срединѣ лѣта болшею частью пересыхаетъ и только въ дождливое лѣто можетъ держаться болѣе долгое время. Въ подходящихъ для его образованія условіяхъ, каковыми бывають присутствіе рыхлаго „кротовиннаго“ слоя и подлежащаго подъ нимъ плотнаго лёсса (лессовиднаго суглинка), – вода его можетъ слѣдовать въ верхнемъ (кротовинномъ) слоѣ, параллельно скату поверхности и стягиваться затѣмъ къ хвостамъ лощинъ, гдѣ, благодаря этому, можетъ появиться болѣе, обильный пластъ, часто даже не пересыхающій все лѣто. Такого рода явленіе замѣчается въ водосборѣ р. Снѣжеда, преимущественно въ тѣхъ его частяхъ, гдѣ выражень вышеописанный „ледниковый рельефъ“; здѣсь почти въ каждомъ хвостѣ лощинъ можно видѣть даже выходы водъ этого пласта на поверхность, благодаря чему къ этимъ пунктамъ приурочивается устройство колодцевъ.

Ключи.

Выходы грунтовыхъ водъ нижняго девонскаго „известняковаго“ пласта въ Чернскомъ уѣздѣ довольно многочисленны^{*)}. Какъ и въ Новосильскомъ уѣздѣ, выходы ихъ не приурочиваються къ какому либо опредѣленному слою девонской системы, а уровень выхода ихъ опредѣляется уровнемъ мѣстныхъ рѣкъ; поэтому ключи нижняго известняковаго пласта можно видѣть выходящими изъ всѣхъ приведенныхъ выше слоевъ девон-

^{*)}Всѣ выходы водъ будутъ отмѣчены на особой картѣ водоносности, гдѣ будутъ отмѣчены и всѣ колодцы.

ской системы, в зависимости от того, какой слой залегает у уровня рѣки^{*)}. Исследования обнаружили, что в каждом водосборѣ большая часть ключей приурочена к верхнему течению рѣки или ея притоков; причѣмъ обиліе и число ключей для большей части рѣкъ зависитъ какъ уже упоминали, отъ числа дѣйствующихъ проваловъ, находящихся въ соответствующемъ районѣ. Кромѣ того въ каждой рѣкѣ ключи главнымъ образомъ выходятъ изъ крутыхъ („подмывныхъ”) каменистыхъ береговъ, тогда какъ у противоположныхъ „лессовыхъ” пологихъ береговъ выходы водъ бываютъ весьма рѣдко. Составъ ключевыхъ водъ довольно однообразенъ; главная часть солей представлена углекислой известью и магнезіею, другихъ солей довольно мало; лабораторныя исследования показали, что вода ключей – имѣетъ жесткость меньшую, чѣмъ жесткость грунтовой воды того же горизонта, получаемой изъ буровыхъ скважинъ въ соответствующемъ районѣ. Анализъ воды изъ одного сильнаго ключа въ истокахъ Ситовой Мечи далъ слѣдующія цифры: общая жесткость 12° (нѣмецк.), постоянная 4.7 (нѣмецк.), хлора и сѣрной кислоты нѣтъ, плотнаго остатка 218 миллиграммовъ на литръ.

Большею частью нижній девонскій пласть выходитъ въ видѣ отдѣльныхъ ключей, хотя есть мѣста, гдѣ грунтовая вода выходитъ въ видѣ пласта, тянущагося на большомъ протяженіи. Выходя въ такихъ случаяхъ изъ берега выше поймы (дна рѣчныхъ долинъ), ключи вызываютъ заболачиваніе послѣдней, вслѣдствіе чего эти мѣста совершенно не используются, изъ такихъ пунктовъ можно упомянуть правую пойму р. Грязной противъ дер. Самозвановки, гдѣ выходы водъ превращаютъ на протяженіи около версты пойму въ болото. Заболачиваніе поймы, благодаря этимъ причинамъ, наблюдается и въ другихъ мѣстахъ, которыя всѣ зарегистрированы.

Выходы грунтовыхъ водъ верхняго известняковаго пласта довольно рѣдки и большею частью приурочены къ выходамъ глинъ, включенныхъ въ свѣтло-желтый известнякъ. Выходы его есть по Плавицѣ, по Снѣжеду въ верховьяхъ; по р. Черни близъ с. Хуторъ онъ, выклиниваясь, обуславливаетъ заболачиваніе dna лощины на большомъ протяженіи.

Рѣдкими являются въ Чернскомъ уѣздѣ и выходы „песчанаго” верхняго водоснаго пласта. Большая часть выходовъ его имѣется въ югозападной части Чернскаго уѣзда, въ водосборѣ р. Нарѣчья, въ хвостахъ лощинъ по враздѣлу рѣкъ Филиной Зуши и Студенца до Ладыжена; затѣмъ выходы его имѣются у Дьячаго Ольховца, Жукова, Моховаго колодца; отдѣльные небольшіе выходы разсѣяны по всему уѣзду. Въ районѣ наибольшаго развитія этого пласта въ лощинахъ меридіональнаго направленія, выходы водъ приурочены къ восточному берегу, тогда какъ западный берегъ бываетъ сухимъ (явленіе важное для устройства здѣсь колодцевъ); въ широтныхъ лощинахъ выходы бываютъ на обоихъ берегахъ, при этомъ всегда слабые.

^{*)}Исключеніемъ является рѣка Плава, гдѣ известняковый пласть приуроченъ къ глинамъ свѣтло-желтаго доломита; онъ выходитъ на уровнѣ рѣки около Стрѣшнева, внизъ по рѣкѣ подымается все выше и выше надъ уровнемъ ея, и у Мещерокъ онъ уже выходитъ примѣрно на 20 сажень выше рѣки, переходя здѣсь въ „верхній” водоснажный пласть.

Выходы „песчаного водоснаго пласта” всегда сопровождаются появленіем оползней и прогибовъ въ берегахъ, – большимъ или меньшемъ заболачиваніемъ поверхности – что дѣлаеть эти мѣста, неудобными для пашни и луга.

Также мало выходовъ имѣеть „лессовый” пласть, главнымъ райономъ распространенія котораго, какъ упоминалось, является водосборъ р. Снѣжеда въ областяхъ съ „ледниковымъ рельефомъ”, гдѣ выходы этого пласта имѣются весьма части въ хвостахъ лощинъ; этими выходами водъ заболачивается узкое дно „лощинъ рвовъ” и тѣмъ совершенно приводится въ негодность и безъ того мало пригодное для луга дно и берега этихъ лощинъ.

Рѣки.

Изслѣдованіе надъ всѣми рѣками Чернскаго уѣзда показало, что всѣ они питаются ключами нижняго водоноснаго девонскаго пласта, другіе же водоносные пласты (верхній известняковый, песчаный и лессовый) не принимаютъ участія въ питаніи рѣкъ, а такъ какъ низшій водоносный пласть питается главнымъ образомъ водою, поглощаемой провалами, то отсюда видна весьма важная роль этихъ образований для описываемаго района.

Выступая часто весною изъ своего русла, рѣка отлагаетъ около послѣдняго несомые его наносы, которые образуютъ около русла такъ называемые „береговые валы” – явленіе обычное для мѣстныхъ рѣкъ.

Отложеніе этихъ валовъ во многихъ случаяхъ отзывается весьма неблагоприятно для находящихся на поймѣ угодій: выступивъ изъ русла, вода заполняетъ пространство за валами, послѣ же спада весеннихъ водъ, не имѣя свободнаго стока обратно въ рѣку, благодаря валамъ, вода остается на поймѣ, образуя здѣсь болота. Эти же валы препятствуютъ и стоку водъ, стекающихъ съ береговъ на пойму, почему пойменное болото можетъ часто образоваться и въ томъ случаѣ, когда весенняя вода не выступаетъ изъ русла. Всѣ заболоченныя такимъ образомъ площади зарегистрированы гидрогеологами и нанесены на карту.

Лѣсистость и лѣса.

Лѣсная площадь.

По сравненію настоящей лѣсной площади, съ таковой же, отмѣченной на трехперстной картѣ Генеральнаго Штаба, составленіе которой относится къ сороковымъ годамъ прошлаго столѣтія, эта площадь всюду въ Чернскомъ уѣздѣ, уменьшилась; фактъ этотъ констатированъ почти для каждаго водосбора. Какъ общее правило, это уменьшеніе площади лѣсовъ относится главнымъ образомъ къ лѣсамъ, находящимся внѣ лощинъ и рѣчныхъ долинъ; кое-гдѣ уменьшеніе наблюдалось и въ площади лѣсовъ, распо-

ложенных по лощинамъ; однако всѣми участниками гидрогеологической партіи констатировано, что въ настоящее время имѣется много лощинъ, занятыхъ теперь естественнымъ лѣсомъ, которыя на трехперстной картѣ отмѣчены необлѣсенными. Въ нѣкоторыхъ водосборахъ такихъ случаевъ оказывается весьма много и потому получается такая картина, какъ будто площадь лѣсовъ по лощинамъ со времени составленія трехперстной карты увеличилась. По всей вѣроятности это увеличеніе площади объясняется тѣмъ обстоятельствомъ, что во время составленія плана не были отмѣчены площади, занятые порослью дуба, которыя впоследствии и могли образовать болѣе взрослые лѣсныя насажденія. Что касается вообще уничтоженной площади лѣса, то болѣе процентъ ея относится къ лѣсамъ крестьянскимъ, на которыхъ и по сіе время ведется безпощадная рубка лѣса не только взрослога, но и молодняка; для лѣсовозобновленія на такихъ площадяхъ особенно вредно отзывается сдираніе коры съ пней, весьма часто практикуемое крестьянами; также корчевка пней и пастба скота, объѣдающаго листь и молодые побѣги. Наиболѣе бѣднымъ лѣсомъ являются водосборы рѣкъ Зуши, Ситовой Мечи, Каменки и Плавы. Большая часть естественныхъ лѣсовъ здѣсь расположена по берегамъ лощинъ, и только небольшая часть ихъ располагается внѣ лощинъ.

Болѣе богатымъ лѣсомъ является водосборъ р. Филиной Зуши съ примыкающимъ къ нему водосборомъ праваго берега Зуши; большая часть лѣсовъ этого района, показанныхъ на трехверстной картѣ Главнаго Штаба, за заключеніемъ весьма небольшихъ вырубленныхъ площадей на водораздѣлахъ, сохранилась и до настоящаго времени, что, повидимому, объясняется тѣмъ, что большая часть лѣсовъ здѣсь частновладѣльческихъ.

Также болѣе богатымъ лѣсомъ является и водосборъ рѣкъ Пластицы, Студенца, Роски и Черни; въ водосборѣ Черни наибольшія лѣсныя площади имѣются по ручью Чернику у Скуратова, Никольскаго-Вяземскаго, Успенскаго Бобрикъ.

Верховье рѣки Снѣжеда ближе всего подходитъ къ району верховью Зуши, какъ по площади лѣсовъ, такъ и по условіямъ ихъ произростанія, но средняя часть водосбора, особенно районъ низовья представляютъ много своеобразныхъ особенностей, не встрѣчаемыхъ въ другихъ частяхъ Чернскаго уѣзда. Хотя здѣсь большая площадь лѣсовъ, расположенныхъ внѣ лощинъ въ настоящее время уничтожена, однако въ данномъ районѣ сохранились до сихъ поръ значительныя площади сплошныхъ лѣсовъ на водораздѣлахъ, чего не наблюдалось въ остальныхъ районахъ Чернскаго уѣзда.

Что касается лѣсовъ по лощинамъ, то всѣ они остались въ томъ же размѣрѣ, что и на 3-хъ верстной картѣ, какъ на помѣщичьихъ, такъ и на крестьянскихъ земляхъ – причиной этому своеобразная форма лощинъ „ледникового рельефа”, заставляющая обращать ихъ исключительно подъ лѣсныя уголья.

Такимъ образомъ изъ сказаннаго о лѣсной площади видно; что наиболѣе бѣдной лѣсомъ является восточная часть Чернскаго уѣзда, центральная и югозападная часть

являются среднеоблѣсенными и, наконецъ, сѣверо-западная часть является – „лѣснымъ райномъ” Чернскаго уѣзда.

Составъ и возрастъ естественныхъ лѣсныхъ насаждений.

Главными породами естественныхъ лѣсовъ Чернскаго уѣзда и примыкающей части Бѣлевскаго уѣзда, является дубъ, береза и осина, различныя комбинаціи которыхъ и составляютъ всѣ лѣса описываемаго района.

Изъ всѣхъ трехъ породъ, наиболѣе распространеннымъ является дубъ, который въ видѣ поросли составляетъ большую часть крестьянскихъ лѣсовъ, такъ какъ только онъ одинъ можетъ выносить тѣ неблагоприятныя условія произростанія, какія имѣются на крестьянскихъ земляхъ Береза, какъ менѣе выносливая, встрѣчается на такихъ земляхъ рѣже; то же относится и къ осинѣ.

Что касается лѣсовъ расположенныхъ внѣ лощинъ (большою частью частновладѣльческихъ), то здѣсь преобладаетъ береза, или чистая, или съ примѣсью осины и дуба; дубовыхъ лѣсовъ внѣ лощинъ значительно меньше. Что касается *лѣсовъ по лощинамъ*, то распредѣленіе здѣсь породъ, какъ упоминалось, зависитъ отъ направленія склона берега. Въ лощинахъ широтнаго направленія въ сѣверномъ берегу (со склономъ къ югу) преобладаетъ дубъ, на южномъ – береза.

Такая разница въ породѣ обнаруживается въ нѣкоторыхъ мѣстахъ весьма рѣзко; каждая порода здѣсь на соответствующихъ берегахъ бываетъ въ совершенно чистомъ видѣ, безъ примѣси какой-либо другой породы. Береза въ широтныхъ лощинахъ иногда можетъ замѣняться осиною или, что чаще, послѣдняя примѣшивается къ ней; но въ большинствѣ случаевъ осина предпочитаетъ дно лощины, гдѣ эта порода образуетъ весьма часто чистыя насажденія. Что касается меридіональныхъ лощинъ, то здѣсь въ обоихъ берегахъ бываетъ смѣшанное насажденіе дуба, березы и осины, или (что однако рѣже) чистое насажденіе какой либо одной породы безразлично для обоихъ береговъ.

Преобладающій возрастъ породъ зависитъ въ описываемомъ районѣ отъ рода владѣній: на крестьянскихъ земляхъ обычнымъ является лѣсъ порослевой или рѣже молоднякъ 10-20 лѣтъ и рѣдко можно встрѣтить лѣсъ въ возрастѣ 30-40 лѣтъ; близкій къ этому возрасту лѣсъ на крестьянскихъ земляхъ встрѣчается почти исключительно въ лѣсномъ районѣ Чернскаго уѣзда въ водосборѣ рѣки Снѣжеда.

На земляхъ частныхъ лицъ, напротивъ, преобладаетъ лѣсъ старшаго возраста, береза 30-40 лѣтъ, дубъ 45-50 лѣтъ; но нерѣдко можно встрѣтить дубовый лѣсъ до 80-ти и даже до 100 лѣтъ. Изъ другихъ лѣсныхъ породъ въ Чернскомъ уѣздѣ растутъ ясень, клень, вязъ, липа; всѣ эти породы нигдѣ почти не встрѣчаются въ чистомъ видѣ, а являются обыкновенно примѣшанными въ томъ или другомъ количествѣ къ основнымъ породамъ. Болѣе другихъ распространенъ ясень, который можно видѣть нерѣдко въ возрастѣ до 30 лѣтъ, тогда какъ клень, а особенно липа въ такомъ возрастѣ весьма

рѣдко встрѣчаются^{*)}. Распространеніе ясеня крайне неравномѣрно: въ водосборѣ верховьевъ Зуши, Плавы, Пластицы, Ситовой Мечи, эта порода встрѣчается довольно рѣдко, чаще можно видѣть ее въ водосборѣ Филиной Зуши и Студенца. Но больше всего яшень распространень въ водосборѣ праваго берега рѣки Снѣжеда; здѣсь онъ въ нѣкоторыхъ лощинахъ до того сильно развитъ, что образуетъ даже кое-гдѣ чистыя насажденія, но не особенно впрочемъ большія.

Въ томъ же районѣ водосбора Снѣжеда по вышеописаннымъ „лощинамъ-рвамъ” можно наблюдать весьма своеобразный типъ лѣсныхъ насажденій, представляющихъ смѣсь различныхъ породъ: наравнѣ съ болѣе преобладающими породами, какъ дубъ, осина, береза и яшень, можно здѣсь видѣть въ большомъ числѣ клень двухъ видовъ: остролистный и полевой, вязъ и частью липа, причемъ, особенно бываетъ оригинально насажденіе порослевое, гдѣ бывають представлены въ одинаковомъ процентномъ составѣ всѣ лѣсныя породы даннаго района, перемѣшанныя при этомъ съ кустарниковымъ подлѣскомъ; это „порослевое разнолѣсье” состоитъ изъ дуба, осины, орѣшника, березы, ясеня, клена остролистнаго, клѣна полевого, вяза, липы, рябины, крушины, бересклета, черемухи и различныхъ видовъ ивъ; при этомъ часто даже въ весьма рѣдкомъ насажденіи можно видѣть всѣ эти породы *въ одинаковомъ числѣ*. Районъ нижняго теченія рѣки Снѣжеда, начиная отъ с. Костомарова до устья, весьма интересень по присутствію здѣсь *естественныхъ сосновыхъ лѣсовъ*, растуищихъ на песчаныхъ ледниковыхъ отложеніяхъ. Сосновыя насажденія встрѣчаются здѣсь какъ въ чистомъ видѣ, такъ и въ смѣси съ осиною и березой. Естественныя лѣсонасажденія сосны имѣются какъ на частновладѣльческихъ, такъ и на крестьянскихъ земляхъ, причемъ въ послѣднихъ, благодаря усиленной выборочной рубкѣ, лѣса эти являются болшею частью рѣдкими. Возрастъ сосновыхъ лѣсовъ различень; преобладають лѣса 40-50 лѣтъ, такъ какъ только этого возраста лѣсъ и имѣетъ цѣну на мѣстномъ рынкѣ (г. Мценскъ). Лѣсовозобновленіе сосны въ мѣстахъ, гдѣ нѣтъ пастыбы скота, происходитъ довольно успѣшно и часто можно видѣть въ такихъ случаяхъ подъ пологомъ взрослой сосны массу молодыхъ сосенокъ различнаго возраста. Сосна хорошо растетъ здѣсь, какъ на ровныхъ площадяхъ, такъ и на крутыхъ (часто совершенно обнаженныхъ) бокахъ большихъ промоинъ.

Подрость и подлѣсокъ.

Что касается подроста и подлѣска, – показателей охраны лѣса отъ погравы скотомъ, то таковыя присутствуютъ преимущественно въ частновладѣльческихъ лѣсахъ. Подрость

^{*)}Взрослая липа въ „лѣсномъ районѣ” Чернскаго уѣзда всюду раскупається на лыко, особенно при этомъ она покупается крестьянами с. Манаенокъ Бѣлевскаго уѣзда, специально занимающимися этимъ промысломъ. Чуть-чуть взрослый клень въ томъ же районѣ раскупається нѣкоторыми деревнями (Васенкова), занимающимися выдѣлкой изъ клена дудокъ.

представленъ тѣми же породами, что и взрослый лѣсъ, однако, повидимому, больше другихъ преобладаетъ дубъ, поросль котораго нерѣдко можно видѣть даже въ чистыхъ насажденіяхъ березы и осины. Подлѣсокъ представленъ большею частью кустарниковыми породами; въ него входятъ слѣдующія породы: орѣшникъ, крушина, бересклетъ, рябина, черемуха, клень полевой, различные виды ивъ. Всѣ онѣ распространены довольно неравномѣрно; это особенно относится до орѣшника, который въ нѣкоторыхъ мѣстахъ совершенно отсутствуетъ, несмотря на присутствіе почти всѣхъ другихъ кустарниковъ, въ другихъ мѣстахъ напротивъ составляетъ почти чистыя насажденія по берегамъ.

Что касается ивъ, то обычное ихъ мѣсто – дно лощинъ и притомъ мѣста болѣе влажныя; здѣсь онѣ зачастую образуютъ сплошь чистыя насажденія, тянущіяся на большомъ протяженіи.

Лѣсное хозяйство.

Въ лѣсахъ, принадлежащихъ крестьянскимъ обществамъ, которые при этомъ расположены по лощинамъ, большею частью ведется выборочная рубка, гораздо рѣже сплошная; эта же выборочная рубка ведется обыкновенно и въ большихъ крестьянскихъ лѣсахъ въ „лѣсномъ районѣ” въ водосборѣ р. р. Снѣжеда и Сальницы. Что касается частновладѣльческихъ лѣсовъ, то въ большинствѣ случаевъ лѣсъ вырубается сплошной рубкой. Обыкновенно площадь, которую предполагаютъ вырубить, продается какому либо лѣсопромышленнику, который самъ вырубаетъ лѣсъ и производитъ тутъ же на мѣстѣ его раздѣлку. Сплошная рубка ведется какъ въ лѣсахъ, расположенныхъ внѣ лощинъ, такъ и въ лѣсахъ по лощинамъ. Въ болѣе или менѣе большомъ размѣрѣ лѣсное хозяйство было встрѣчено въ районѣ водосбора р. Сальницы, гдѣ въ нѣкоторыхъ частновладѣльческихъ лѣсахъ (Семичастное) ежегодно отводится довольно большая площадь для вырубki. Въ остальныхъ районахъ уѣзда, благодаря незначительной площади лѣсовъ, въ большинствѣ случаевъ рубка производится неравномѣрно и повидимому безъ какого-либо опредѣленнаго плана.

Искусственное лѣсоразведеніе.

Искусственная посадка лѣса практикуется почти во всѣхъ частяхъ описываемаго района. Больше всего искусственное лѣсоразведеніе развито въ восточной части Чернскаго уѣзда (Алексѣвское, Одинцово, Языково, Воронцовка, Грязная, Соковнино, Мещерки, Кривецкая, Новоалексѣевское и др.). Въ центральной части Чернскаго уѣзда искусственныхъ лѣсовъ меньше (Троицкое на Филиной Зушѣ, Румянцево, Малое Теплое и др.). Въ водосборѣ Снѣжеда оно развито уже гораздо чаще (Федоровка, Малое-Скураатово, Федулово, Казаринова, Михайловка, Жимерино, Бѣлино, Хитрово, Кудиновка, Меркулово, Тургенева, Троицкое-Бачурино и др.).

Что касается посадочной породы, то какъ обычное явленіе въ мѣстахъ распростра-ненія искусственнаго лѣса приходится видѣть пеструю смѣсь всевозможныхъ породъ въ различныхъ комбинаціяхъ. Наболѣе распространенными являются: сосна, ель, береза, дубъ, рѣже лиственница, ясьень, клень, вязъ; встрѣчаются однако посадки даже такихъ породъ какъ туя, пихта и кедръ^{*}). Наболѣе старые посадки до 40-50 лѣтъ встрѣчаются весьма рѣдко^{**}) (Алексѣевское, Троицкое-Бачурино). Болѣе развиты посадки молодья 10-15 лѣтъ.

Изъ лиственныхъ посадочныхъ породъ лучше всѣхъ другихъ развивается береза. Дубъ, который также пригоденъ для мѣстнаго района, благодаря тугорослости, часто-вытѣсняется другими быстрорастущими породами; вязъ, ясьень, и клень рѣдко хорошо развиваются и большинство посадокъ ихъ является попавшими. Что касается хвойныхъ, то наболѣе распространенная здѣсь сосна, въ молодости часто страдаетъ отъ гриба-ржавчины (*Melampsora tremulae*); этого рода пораженія были констатированы особенно часто въ водосборѣ р. Снѣжеда. Но и взрослая сосна даетъ весьма плохой строительный матеріалъ, благодаря рыхлости древесины; эта рыхлость свойственна даже естественной соснѣ, выросшей въ болѣе благопріятныхъ для нея условіяхъ – на „ледниковыхъ” пескахъ (д. Распопово). Что касается другихъ хвойныхъ породъ, какъ ели, пихты и лиственничцы, то для мѣстныхъ условій болѣе пригодной и болѣе выносливой породой является по опытамъ въ с. Алексѣевскомъ, лиственница, посадки которой однако были встрѣчены гораздо рѣже сосны и ели.

Посадка лѣса производится какъ по берегамъ лощинъ, такъ и внѣ ихъ; имѣются однако много и такихъ посадокъ (Алексѣевское, Одинцово), гдѣ лѣсъ разведенъ за бровкой береговъ, лощинъ, тогда какъ сами берега остаются необлѣсенными. Въ данномъ районѣ, гдѣ такія посадки развиты (истокъ р. Ситовая Мечъ) – благодаря небольшой разности высотъ водораздѣловъ и дна лощинъ, явленія размыва, какъ упоминалось ранѣе, весьма слабо развиты, поэтому тотъ или иной способъ посадки будетъ здѣсь безразличенъ, такъ какъ безъ лѣса цѣлость береговъ здѣсь болѣе или менѣе обезпечена. Не то, конечно, будетъ въ районахъ, гдѣ эта разность высотъ достигаетъ большой величины; здѣсь такой способъ посадки (за бровкой) мало можетъ гарантировать берегъ отъ размыва; это особенно относится до сѣверныхъ береговъ широтныхъ лощинъ, гдѣ развитію промоинъ способствуетъ изсушеніе берега подъ вліяніемъ усиленной инсоляціи, благодаря чему дернъ развивается здѣсь слабо и появившаяся незначительная промоина не будучи въ состояніи быстро задерноваться, – подъ вліяніемъ интенсивнаго стока здѣсь водъ, можетъ превратиться весьма скоро въ большую промоину.

^{*})Въ некоторыхъ мѣстахъ, хотя довольно рѣдко, практикуется посадка корзиночной ивы.

^{**})Здѣсь не принимаются во вниманіе „парковые посадки” которыя нерѣдко можно встрѣтить и болѣе стараго возраста.

ВОДНОЕ ХОЗЯЙСТВО ЧЕРНСКАГО УЪЗДА.

Обеспеченность селеній водою^{*)}

Изъ всѣхъ селеній Чернскаго уѣзда, которыхъ оказалось 391 селеніе, на долю рѣчныхъ селеній приходится 43,7% (171 селеній), селеній, расположенныхъ внѣ рѣкъ – 56,3% (220).

а) Изъ всѣхъ селеній уѣзда пользуются для питья (за неимѣніемъ другихъ водоемовъ) водою прудовъ 11 селеній съ общимъ числомъ дворовъ 400.

б) Селеній, пользующихся водою одной только рѣки и слѣдовательно также плохо обеспеченныхъ питьевою водою имѣется 16 съ общимъ числомъ дворовъ 479.

в) селеній, пользующихся водою и колодцевъ и пруда (благодаря недостатку воды въ колодцахъ) 7 съ общимъ числомъ дворовъ 164.

г) Селеній, пользующихся для питья водою колодцевъ и, благодаря недостатку въ нихъ воды рѣкъ – 4 съ общимъ числомъ дворовъ 250.

д) Селеній, пользующихся водою копаныхъ и ключевыхъ колодцевъ – 16 съ общимъ числомъ дворовъ 1309.

е) Селеній болѣе или менѣе обеспеченныхъ питьевой водою пользующихся водою колодцевъ ключевыхъ имѣется 94 съ общими числомъ доровъ 5493.

ж) Также обеспеченныхъ питьевою водою селеній, но пользующихся водою копаныхъ колодцевъ, имѣется 225 съ общимъ числомъ дворовъ 9590.

з) Однако имѣются селенія, гдѣ въ самомъ селеніи не имѣется источниковъ питьевой воды, почему жители должны ѣздить (часто весьма далеко) за водой: такихъ селеній имѣется 18 – съ общимъ числомъ дворовъ 328.

Изъ селеній особенно нуждающихся въ водѣ слѣдуетъ отмѣтить: Сухотинка, Волчья Дубрава (выс.), Елагинскіе выселки, Новосельцы (Язык. в), Троекурова (Никитс), Булычи № 1, Жилино, Рогожино, Александровка (Дупенск. вол.), Нагаево-Глинищи, Товар. Новоселье, Воронцовка, Павловка, Елашка, Моховое, Елагино, Турчаниново, Втулинка, Березовка, Муравка, Верхній оврагъ, Языковскіе выселки, Раево, Анненка-Глаголева, Озерки, г. Ханькова, Павловскіе выселки, Куракинскіе выселки, Стрѣличка, Орликъ, Никольское (Серг.), Чигиринки, Переимы, Озерокъ, Шаталовскіе выселки, Шагайловъ хуторъ, Покровское, Полтево, Никольское (Завадск. х.), Шелямово, Пашутинскіе выселки, Воробьевскій хуторъ, Распопово, Зайцево, Дѣвочкина, Хитровскіе выселки, Выползово, Выселки15дв., Михайловское, Верхн. Снѣжедь, Хитрово, Лутовинова, Чичерино, Мыльное, Красная гора, Рагузино, Зушинскій поселокъ, Красное озеро, Суходоль (гос. кр), Булычи № 2, Сезеново, Берещино, Мал. Мыково, Куку-

^{*)}Ниже приводимыя данныя являются предварительными, такъ какъ подробная разработка обширнаго матеріала по статистикѣ воднаго хозяйства въ настоящее время еще продолжается.

евка (Шушлина), Плотицыно, Рогожино, Желябова, Толстая Дубрава, Михайловка, Голубятниковский хутор, Дегтярка, Ольховець, Антоньевская-Карцево.

Что касается обеспеченности селений *водоемами на выгонах*, то селений имѣющихъ таковыя оказалось 49 т.-е. 12,5% отъ общаго числа; всѣ остальная (342) не имѣютъ водоемовъ на выгонахъ.

Число селений *обезпеченныхъ водою на случаи пожара* = 284 т.-е. 70,1% и необезпеченныхъ водою для этихъ же цѣлей – 107. Подробный перечень ихъ будетъ приведенъ въ подробномъ отчетѣ.

Водяныя мельницы Чернскаго уѣзда.

Всѣхъ водяныхъ мельницъ въ Чернскомъ уѣздѣ имѣется 56, съ 210-ю водяными колесами, изъ которыхъ колесъ верхненаливныхъ 173, среднебойныхъ 37.

Турбинъ имѣется всего только (Троицкое Бачурино и Распопово) 4.

Общій подпоръ всѣхъ мельничныхъ плотинъ равенъ 71,97 сажени.

Распредѣленіе мельницъ по рѣкамъ, число колесъ и сумма подпора представлена на слѣдующей таблицѣ.

Названіе рѣки	Число мельницъ	Число колесъ верхненалив.	Число колесъ среднебойн.	Общій подпоръ всѣхъ плотинъ въ саженьяхъ
Ситова Мечъ	5	16	–	10,02
Роска	9	38	–	9,55
Чернь	10	28	15	12,57
Студенець	4	13	–	3,25
Нарѣчье	1	2	–	(спущена)
Снѣжедь	15	37	18	17,00
Плава	6	19	3	9,43
Плавица	6	20	1	10,15
Итого	56	173	37	71,97

Что касается распредѣленія типовъ колесъ по теченію рѣки, то здѣсь наблюдается такая послѣдовательность: въ верхнемъ теченіи каждой рѣки преобладаютъ мельницы съ верхненаливными колесами, что объясняется небольшимъ расходомъ воды рѣки въ этихъ ея частяхъ, это-то обстоятельство и заставляетъ подымать высоко воду, чтобы тѣмъ самымъ имѣть большой запасъ ея, (образуя большой прудъ) и кромѣ того имѣть большую высоту ея паденія.

По мѣрѣ движенія внизъ по рѣкѣ, благодаря увеличенію расхода воды какъ меженнаго, такъ, главное, весенняго, слишкомъ высокій подпоръ воды будетъ трудновыполнимъ,

вслѣдствіе дороговизны устройства плотины и вешняка для пропуска полыхъ водъ, – это и заставляетъ примѣнять колеса среднебойныя, (или подливныя) пользуясь здѣсь уже меньшимъ подпоромъ. Такъ какъ (при прочихъ равныхъ условіяхъ) полезное дѣйствіе колесъ верхненаливныхъ выше, чѣмъ колесъ среднебойныхъ (а тѣмъ болѣе подливныхъ), то отсюда слѣдуетъ, что использованіе водяной силы по мѣрѣ движенія отъ верховья къ низовью становится все меньше и меньше. Обычно, въ Чернскомъ уѣздѣ образуемый рѣчной плотинной прудъ затопляетъ всю пойму рѣки вплоть до береговъ, но есть однако случаи, когда характеръ поймы заставляетъ видоизмѣнять конструкцію плотинъ и родъ двигателя; это наблюдается въ долину р. Снѣжеда въ его низовьяхъ, гдѣ, начиная отъ устья р. Малаго Снѣжеда какъ упоминалось выше, ледниковые потоки сформировали широкую пойму вплоть до устья. Эта то широкая пойма съ находящимися здѣсь хорошими лугами (и огородами) и заставляетъ владѣльцевъ мельницъ подымать воду не выше бровки русла, чтобы тѣмъ самымъ не производить подтопъ луговъ*).

Такъ какъ ширина русла здѣсь всего 8-12 сажень, глубина 1-1,5 сажени, то отсюда видно, что даже и при небольшомъ (сравнительно съ верхнимъ теченіемъ) уклонѣ, запасъ воды получается здѣсь небольшой все это объясняетъ почему здѣсь съ одной стороны наиболѣе употребительными являются среднебойныя колеса съ небольшимъ подпоромъ, съ другой стороны почему мельница используютъ довольно быстро запасъ рабочей воды; послѣднее обстоятельство весьма неблагоприятно отзывается на ходѣ работы мельницы, такъ какъ заставляетъ производить работу съ перерывами, а при невозможности производить работу ночью, заставляетъ кромѣ того терять „ночной скопъ“ воды, всегда утилизируемый мельницами съ большими прудами.

Мѣропріятія по предупрежденію порчи земельныхъ угодій.

I. Мѣропріятія противъ размыва.

Такъ какъ одной изъ главныхъ причинъ размыва является величина средняго уклона водосборной площади и общая величина разности высотъ водораздѣловъ и дна рѣчныхъ долинъ, тогда какъ другіе факторы оказываютъ свое вліяніе въ большей или меньшей степени въ зависимости отъ этого основного фактора, то всѣ мѣры противъ размыва должны разсматриваться отдѣльно для района, гдѣ этотъ факторъ выраженъ сильно, и для района, гдѣ онъ развитъ слабо, ибо необходимость того или другого мѣропріятія будетъ уменьшаться въ той же послѣдовательности, въ какой будетъ уменьшаться свое вліяніе основной факторъ.

*Поднятіе воды выше русла и затопленіе широкой поймы, помимо порчи луговъ, отразилось бы весьма вредно на самой работѣ мельницы, такъ какъ, разлившись по широкой поймѣ, вода образовала-бы широкую водную поверхность, вслѣдствіе чего масса ея пошла на фильтрацію въ дно поймы и на испареніе.

По степени интенсивности размыва Чернскій уѣздъ съ прилегающей къ ней частью Бѣлевскаго уѣзда, занятой водосборомъ р. Снѣжеда и Сальницы можно раздѣлить на 3 части*):

А. *Районъ слабо развитаго размыва* – районъ истоковъ рѣкъ Зуши, Плавы, Плавницы, Ситовой Мечи и Каменки; сюда входятъ примѣрно слѣдующія волости: Языковская, Сергіевская на Зушѣ, Раевская, Алексѣевская (сѣверная половина), Волчье-Дубровская, Скородненская, Селезневская.

В. *Районъ среднеразвитаго размыва* – нижнее теченіе Плавы, Плавницы, Ситовой Мечи (въ предѣлахъ Чернскаго уѣзда), верхнее теченіе Роски, Студенца, Черни, Угоди, Филиной Зуши, Снѣжеда, Малаго Снѣжеда и Сальницы – или волости: Троицкая на Филиной Зушѣ, Дупенская, Велье-Никольская, Мало-Скуратовская, Липицкая, Спаская на Плавницѣ, Синдѣевская, южная часть Алексѣевской, восточная часть Луженской волости и Бѣлевскаго уѣзда: Лучанская, Мишино-Полянская и Литвиновская (въ предѣлахъ водосбора р. Снѣжеда и Сальницы).

С. *Районъ сильнаго размыва* – нижнее теченіе Черни, Студенца, Роски, Снѣжеда и Сальницы, – волости: Теплинская, Бобриковская, Никольско-Вяземская, Чернско-Слободская, Бредихинская, Тургеневская и Троицко-Бачуринская.

І А. Предупредительныя мѣры противъ размыва и смыва береговъ.

- 1) Въ районѣ С не производитъ распашки *всѣхъ* береговъ лощинъ.
- 2) Въ районѣ В не производитъ распашки *всѣхъ сѣверныхъ* береговъ широтныхъ лощинъ, восточныхъ береговъ меридіональныхъ лощинъ и сѣверовосточныхъ въ лощинахъ идущихъ съ СЗ на ЮВ и обратно.
- 3) Въ районѣ А не производитъ распашки тѣхъ же береговъ, указанныхъ въ пунктѣ 2-мъ, но въ мѣстахъ съ неодинаковой крутизной береговъ (въ суходолахъ).
- 4) Въ районѣ С не проводитъ рубежей, межь и канавъ по скату по берегамъ *всѣхъ* направленій.
- 5) Въ районѣ В не проводитъ рубежей, межь и канавъ по скату *всѣхъ сѣверныхъ* береговъ широтныхъ лощинъ, восточныхъ береговъ меридіональныхъ лощинъ и сѣверовосточныхъ въ лощинахъ, идущихъ съ СЗ на ЮВ.
- 6) Въ районѣ А не проводитъ рубежей, межь и канавъ по скату береговъ, указанныхъ въ пунктѣ 5, но въ мѣстахъ лощинъ – суходоловъ, съ неодинаковой крутизной береговъ.
- 7) Не производитъ окопки бровки берега канавою: во *всѣхъ* лощинахъ района С; во *всѣхъ сѣверныхъ* берегахъ широтныхъ лощинъ, восточныхъ-меридіональныхъ и сѣверовосточныхъ (въ лощинахъ идущихъ съ СЗ на ЮВ) – въ районѣ В; въ районѣ А не

*Дѣленіе это предварительное, точная граница районовъ будетъ проведена послѣ подробной разработки всего материала.

производить той же окопки въ тѣхъ же берегахъ что и въ В, но въ лощинахъ-суходолахъ и въ крутыхъ подмывныхъ берегахъ рѣчныхъ долинъ.

8) Не производить окопки промоинъ валомъ и отведенія отъ нихъ воды на нетронутыя размывомъ части берега; послѣднее можно дѣлать только въ случаѣ хорошаго облѣсенія берега и въ случаѣ присутствія плотнаго дерна.

9) Не производить распашки оползневой поверхности береговъ во всѣхъ пунктахъ, гдѣ она имѣется*) и безусловно не производить этого въ районѣ В и С.

10) Избѣгать распашки чашеобразныхъ прогибовъ и безусловно не производить ее въ районѣ В и С.

11) Не производить *продолжительную пастбу* на одномъ и томъ же мѣстѣ *скота*, не устраивать стойлъ и не производить частый прогонъ скота по берегамъ всѣхъ лощинъ въ районѣ С; въ районѣ В – въ сѣверныхъ берегахъ широтныхъ лощинъ и въ восточныхъ берегахъ меридіональныхъ лощинъ.

12) Не устраивать пруды безъ укрѣпленныхъ водосливовъ: въ районѣ С съ водосборомъ болѣе 100 десятинъ, въ районѣ В – болѣе 200 десятинъ: въ районѣ А – болѣе 300 десятинъ.

13) Весьма радикальной мѣрой, предупреждающей появленіе промоинъ и задерживающей ихъ ростъ является облѣсеніе береговъ лощинъ.

Облѣсеніе слѣдуетъ производить главнымъ образомъ въ слѣдующихъ мѣстахъ:

а) въ сѣверныхъ берегахъ широтныхъ лощинъ, восточныхъ меридіональныхъ, сѣверо-восточныхъ лощинъ направленія СЗ – ЮВ, – въ районѣ В и С.

в) въ чашеобразныхъ прогибахъ береговъ района В и С.

с) по оползневымъ поверхностямъ береговъ района С.

14) *Посадочной породой* является: для сѣвернаго берега широтныхъ лощинъ *дубъ* (причина этому см. выше), для южнаго берега, по лощинамъ другихъ направленій береза и дубъ, но для восточнаго берега меридіональныхъ лощинъ *предпочитать дубъ*, какъ порода дающая больше тѣни.

15) Посадку дуба въ сѣверныхъ берегахъ широтныхъ и восточныхъ меридіональныхъ производить желудями на мѣстахъ, подъ желѣзный коль-копье (какъ это практикуется въ с. Алексѣевскомъ); посадку березы, на южныхъ берегахъ широтныхъ или обоихъ берегахъ меридіональныхъ лучше производить въ ямки подъ коль.

16) Посадку дуба производить возможно густую, чтобы онъ не только отгнѣялъ больше берегъ, но и чтобы дѣлалъ самъ себѣ „подгонъ“.

17) Вообще при посадкѣ избѣгать распашки береговъ и особенно тѣхъ, какіе указаны въ пунктахъ 1, 2 и 3.

18) Не производить окопки засаженной лѣсомъ полосы по бровкѣ берега и по самому скату, въ мѣстахъ указанныхъ въ пунктахъ 4, 5, 6 и 7.

*)Пункты эти будутъ всѣ приведены на картѣ.

І В. Предупредительныя мѣры по прекращенію размыва дна.

1) Въ виду того, что развитіе водотоковъ обязано измѣненіямъ условій стока, происшедшимъ не въ одной только лощинѣ, гдѣ таковыя водотоки имѣются, но во *всей* водосборной площади ея, то облѣсеніе однѣхъ только лощинъ *не можетъ прекратить* вполне ростъ водотока*) *задержать* же нѣсколько *ростъ* можетъ и притомъ больше всего въ районѣ А, уже менѣе въ районѣ В, и еще менѣе – въ районѣ С. Другія предупредительныя мѣры слѣдующія.

2) Не устраивать плотинъ прудовъ безъ укрѣпленныхъ водосливовъ въ лощинахъ съ водосборомъ свыше 500 десятинъ въ районѣ А, свыше 300 десятинъ въ районѣ В, свыше 200 десятинъ въ районѣ С.

3) Не производить сплошныхъ рубокъ лѣса въ лощинахъ съ „дѣйствующими“ провалами**) и примѣнять здѣсь выборочную рубку.

4) Безусловно не производить распашку береговъ лощинъ въ мѣстахъ нахождения провальныхъ дѣйствующихъ воронокъ и выше таковыхъ.

5) Не производить распашку дна лощинъ съ водосборами свыше 100 дес. В районѣ А, 30-50 десят. въ районѣ В и С.

6) Не проводить рубежей, межь, канавъ по дну во всѣхъ районахъ.

7) Облѣсеніе лощинъ (дна и береговъ) гдѣ имѣются провальныя воронки (о породахъ лѣса и способахъ посадки см. § 13-19 отдѣла Іа).

8) Расчистка провальныхъ воронокъ дѣйствующихъ***) и заиленныхъ***).

ІІ. Мѣры противъ заноса луговъ.

Такъ какъ матерьяль для заноса даютъ растущіе промоины и водотоки, то всѣ мѣры, относящіяся къ промоинамъ и водотокамъ, будутъ относиться и къ заносамъ.

ІІІ. Мѣры противъ оползней.

1) Въ районахъ распространенія глинъ песчанаго яруса, главной причиной оползней служитъ появленіе въ днѣ водотока, нарушающаго равновѣсіе земляныхъ массъ въ берегу, поэтому всѣ мѣры противъ образованія водотока, указанные въ отдѣлѣ Ів будутъ мѣрами и противъ оползней, при этомъ должно быть обращено особое вниманіе на лощины меридіональныя и близкія къ этому направленію, гдѣ оползень появляется весьма легко на восточномъ берегу, причемъ послѣднее относится къ юго-западной ча-

*) Какъ упоминалось, водотокъ очень часто прорѣзаетъ дно даже густооблѣсенной лощины.

**) Всѣ эти пункты будутъ отмѣчены на особой картѣ.

***) Всѣ такія пункты будутъ отмѣчены на картѣ.

сти Чернского уезда; в остальных районах, где оползень может появиться на различного направления берегах, особое внимание должно обращать на те пункты лоцины, где уже имеются оползни^{*)} или имеются сопутствующие последним особые „оползневые образования“^{**)}.

2) Оползень может появиться и благодаря промоинам в районе выходов глины песчаного яруса, почему меры против промоин, указанных в отделе Ia, будут служить предохранительными мерами и против оползня. В югозападной части уезда особенно опасны промоины в широтных лоцинах.

3) Так как оползни появляются и благодаря искусственным причинам, то все перечисленные ниже предупредительные меры против появления оползней при производстве строительных работ, будут являться также мерами против порчи угодий от оползней.

Предупреждение оползней при производстве различных строительных работ.

1) Вообще в районах с выходами глины песчаного яруса, в лоцинах где уже имеются оползни, или сопутствующие им „оползневые образования“.

а) при устройстве водосливов в берегах не производить земляной выемки в оползневом берегу, не сделав предварительно осушения берега с помощью дренажа за бровкой,

в) откос в земляных выемках в оползневом берегу, идущий вглубь берега, делать всегда пологим (не круче тройного),

с) не производить высоких насыпей на оползневой поверхности берега, также на берегах, где такая может появиться (см. выше), не сделав предварительно дренаж за бровкой берега,

д) не возводить здесь-же больших построек, не сделав предварительно такого же, как в (с) дренажа.

2) В юго-западной части Чернского уезда, в районе большого развития глины песчаного яруса и оползневых явлений, благодаря однообразному наклону слоев глины с востока на запад, предупредительными мерами против оползней при производстве строительных работ будут следующие^{***)}:

а) при проведении дорог в меридиональном направлении или близком к таковому: а¹⁾ при выемках, доходящих до водоносного пласта и перерезывающих, восточный откос делать весьма пологим, западный – обыкновенным, а²⁾ при глубо-

^{*)}О типах „оползневых образований“ будет сказано в подробном отчете: все они будут помечены и на особой карте

^{**)}Такие пункты все будут нанесены на особой карте.

^{***)}Нижеприведенные меры относятся ко всему Новосильскому уезду, где наклон пластов глины всюду однообразен (с востока на запад).

ких выемках (больше 2-х саженей) доходящих до грунтовой воды, – дѣлать дренажъ въ восточномъ берегу и при этомъ всегда до производства работъ, а³) не дѣлать глубокихъ выемокъ близъ строеній; если же это необходимо, то устроить въ такихъ случаяхъ тщательный дренажъ съ восточной стороны и обязательно до производства самой выемки; восточный откосъ какъ можно больше снять;

в) при направлѣніи дороги въ широтномъ или близкомъ къ нему направлѣніи, въ глубокихъ выемкахъ, доходящихъ до водоноснаго пласта, дѣлать оба откоса пологими;

с) при устройствѣ выемокъ въ пересѣченіи дороги лоцинь широтнаго управлѣнія восточный откосъ на обѣихъ сторонахъ лоцины дѣлать весьма пологимъ; при глубокихъ же выемкахъ, доходящихъ до водоноснаго пласта дѣлать кромѣ того, до производства самой выемки, дренажъ съ восточной стороны;

д) при пересѣченіи дорогой лоцинь меридіональныхъ дѣлать пологими оба откоса только въ выемкѣ восточнаго берега;

е) при проведеніи дорогъ параллельно скату или по дну лоцины избѣгать глубокихъ выемокъ въ восточномъ берегу, а при производствѣ таковыхъ закладывать въ берегу съ восточной стороны дренажъ до производства работъ по выемкѣ, и во всякомъ случаѣ не производить здѣсь выемокъ, если около выемки находятся строенія;

ф) не производить высокихъ насыпей по восточному берегу меридіональныхъ лоцинь, не сдѣлавъ предварительно дренажа въ берегу;

h) не производить высокихъ насыпей по обоимъ берегамъ лоцинь широтныхъ;

і) не производить высокихъ плотинъ (для копаней и прудокопаней) по восточному берегу меридіональныхъ лоцинь и по обоимъ берегамъ широтныхъ, не сдѣлавъ предварительно осушенія водоноснаго пласта „глиняными замками“ за бровкой и по скату берега;

к) не производить строеній на восточномъ берегу меридіональныхъ лоцинь и на обоихъ берегахъ широтныхъ;

l) избѣгать устройства водосливовъ прудовъ (сопряженныхъ всегда съ производствомъ земляной выемки) въ восточномъ берегу меридіональныхъ лоцинь; всегда въ этихъ лоцинахъ устраивать водосливы на западномъ берегу; если въ послѣднихъ берегахъ представляется это неудобнымъ, то устраивать лучше водоспускъ въ серединѣ плотины; если же и это невозможно, то при устройствѣ водослива съ выемкой въ восточномъ берегу, до производства работъ по водосливу, сдѣлать дренажъ съ восточной стороны выемки; восточный откосъ выемки дѣлать пологимъ. Въ лоцинахъ широтныхъ, при устройствѣ водосливовъ съ выемками дренажъ необходимъ при обильномъ водою водоносномъ горизонтѣ и при этомъ на обоихъ берегахъ, причѣмъ въ обоихъ берегахъ откосъ, идущій внутрь берега дѣлать весьма пологимъ (не менѣе тройного).

IV. Мѣры, задерживающія оползень уже появившійся.

1) Укрѣпленіе *дна* водотока, если таковой имѣется около оползня, чѣмъ предупреждается углубленіе его и дальнѣйшее, благодаря этому углубленію, сползаніе берега.

2) Дренажъ или закупориваніе водоноснаго пласта выше площади, занятой оползнемъ.

3) Облѣсеніе оползневой поверхности, благодаря каковому, корни не только скрѣпляютъ поверхность, но, дойдя до грунтовой воды и поглотивъ корнями большое количество ея, осушаютъ тѣмъ самымъ поверхность берега. Подходящей породой для оползневой поверхности является береза, какъ по быстротѣ своего развитія, такъ и благодаря сильному изсушающему вліянію на грунтъ, къ тому же эта порода является и приспособленной къ восточному берегу меридіональныхъ лощихъ, на которыхъ болѣе всего и появляются оползни.

IV. Мѣры противъ заболачиванія.

А. Мѣры противъ заболачиванія отъ выходовъ грунтовыхъ водъ.

Въ виду того, что заболачиваніе площади вызывается благодаря грунтовой водѣ, выходящей изъ береговъ, – обычный способъ осушки, проведеніемъ магистральной канавы въ срединѣ *дна* лощины съ примыкающими къ ней боковыми осушительными каналами въ данномъ случаѣ не примѣнимъ, съ одной стороны потому, что проведеніе канала по *дну* лощины можетъ вызвать размывъ *дна* весенней водой и образованіе водотока, съ другой стороны потому, что проведеніемъ каналовъ площадь плохо осушится, такъ какъ вода изъ береговъ будетъ по прежнему поступать въ подпочву окружающей выходы площади; поэтому осушеніе это должно быть произведено сборомъ грунтовой воды (каптажомъ) вдоль всего берега или съ помощью открытыхъ, или (что еще лучше) закрытыхъ канавъ^{*)}.

В. Мѣры противъ заболачиванія *рѣчныхъ поймъ*, благодаря береговымъ валамъ, на основаніи вышеизложеннаго о способѣ образованія здѣсь болотъ, сводятся къ прокопкѣ вала и спуску воды съ поймы въ русло, или къ устройству въ томъ же направленіи дренажа.

Мѣропріятія по улучшенію водоносности и воднаго хозяйства.

Пользованіе грунтовыми водами нижняго известняковаго водоноснаго пласта.

Наиболѣе распространеннымъ и наиболѣе обильнымъ для всего Чернскаго уѣзда является нижній известняковый водоносный пласть, который одинъ только выходами

^{*)}Глубокихъ открытыхъ канавъ около восточнаго берега меридіональныхъ лощинъ въ мѣстахъ входа верхняго песчанаго водоноснаго пласта слѣдуетъ избѣгать, такъ какъ это можетъ повести къ образованію оползня въ восточномъ берегу.

своими въ видѣ ключей питаетъ всѣ мѣстныя рѣки, поэтому на увеличеніе расхода ключей и поднятіе его горизонта должно быть обращено наибольшее вниманіе.

Вопросъ о причинахъ обмелѣнія и высыхания рѣкъ и способахъ предупрежденія этихъ неблагопріятныхъ явленій – является основнымъ вопросомъ при обсужденіи мѣропріятій по улучшенію водоносности края, такъ какъ въ этомъ заинтересована большая часть селеній Чернскаго уѣзда, что видно изъ цифръ числа дворовъ, пользующихся водой рѣкъ; кромѣ того заинтересованы въ этомъ и владѣльцы водяныхъ мельницъ пользующіеся водяной силой рѣкъ, не говоря уже о томъ, что этотъ вопросъ имѣетъ и общегосударственное значеніе, такъ какъ съ нимъ связано улучшеніе судоходства по рѣкамъ. Слѣдуетъ здѣсь однако замѣтить, что всѣ выводы объ усиленномъ за послѣднее время высыханіи рѣкъ, дѣлаются съ одной стороны на основаніи сопоставленія границъ рѣкъ въ настоящее время съ таковыми же, нанесенными на прежнихъ картахъ, съ другой стороны на основаніи словесныхъ показаній старожиловъ и преданій, существующихъ у мѣстныхъ жителей объ исторіи извѣстной мѣстности. Какъ показали гидрогеологическія изслѣдованія, въ большинствѣ случаевъ такіе выводы базируются на совершенно неправильномъ представленіи о способахъ происхожденія нѣкоторыхъ физико-геологическихъ образований, наблюдаемыхъ въ лощинахъ и рѣчныхъ долинахъ. Къ такимъ образованиямъ относятся водотоки. Будучи весьма похожи на высохшее русло рѣки, они принимались за таковыя даже составителями трехверстной карты Главнаго Штаба, почему въ послѣдней обозначены часто ручьями простыя лощины, имѣющія водотокъ, причемъ этимъ фиктивнымъ ручьями даже были даны названія, очевидно полученныя со словъ мѣстныхъ жителей, также всегда принимающихъ не только водотокъ, но даже и самую лощину за показательъ бывшей когда-то здѣсь рѣки. Въ большинствѣ такихъ случаевъ можно было констатировать, на основаніи геологическихъ и гидрогеологическихъ данныхъ, что здѣсь не только не существовало постоянного ручьевого потока въ ближайшее время, но даже и въ болѣе отдаленныя времена его *не могло* существовать.

Однако, не беря этихъ малообоснованныхъ фактовъ, можно тѣмъ не менѣе, на основаніи уже гидрогеологическихъ данныхъ утверждать, что *водоносность рѣкъ, ихъ расходъ и длина постепенно уменьшаются*, будучи вызваны пониженіемъ уровня водъ нижняго девонскаго известняковаго пласта. Это явленіе зависитъ несомнѣнно отъ измѣненія въ неблагопріятную сторону условій водопоглощенія въ районѣ питанія этого водоноснаго пласта. Было уже указано ранѣе, что однимъ изъ главныхъ пунктовъ питанія рѣкъ Чернскаго уѣзда являются *провальныя дѣйствующія воронки*, поглощающія какъ весеннюю снѣговую, такъ и вообще дождевую воду, проходящую по лощинѣ; было при этомъ указано, что причиной такого рода провальныхъ образований является лѣсъ, растущій по лощинамъ съ медленнымъ и спокойнымъ стокомъ водъ; этотъ же лѣсъ является и предохранителемъ тѣхъ же проваловъ отъ заиленія ихъ наносами, несо-

мыми водой, так как задерживая сток, заставляет частицы грунта откладываться по пути, почему в провалы будет попадать болѣе чистая вода.

Однако съ теченіемъ времени лѣса постепенно вырубаются, не только в такихъ лощинахъ, гдѣ нѣтъ проваловъ, но и в тѣхъ лощинахъ, гдѣ они есть; послѣ вырубки лѣса производится распашка, увеличивающая количеству наносовъ: в берегахъ увеличивается вслѣдствіе этого же число промоинъ, этимъ – еще болѣе количество наносовъ; провалы заиляются, весенняя и ливневая вода вмѣсто того, чтобы поглотиться ими и пойти на питаніе грунтовыхъ водъ, бесполезно идетъ черезъ заиленные провалы, образуя ниже ихъ водотоки, превращающіе в негодность дно лощины, и бесполезно в то же время повышаетъ уровень воды в рѣкахъ весною и во время ливней, что ведетъ къ постояннымъ прорывамъ плотинъ, мельницъ, сносу мостовъ и другимъ бѣдствіямъ.

Изъ сказаннаго видно, что мѣрами, увеличивающими питаніе рѣкъ будутъ:

- а) мѣры, предохраняющія отъ заиленія всѣ существующіе провалы (каковыя всѣ будутъ нанесены на карту),
- в) мѣры, увеличивающія питаніе нижняго водоноснаго пласта,
- с) мѣры, увеличивающія расходъ ключей и слѣдовательно питаніе рѣкъ.

а) Мѣры предохраняющія отъ заиленія существующіе провалы.

- 1) всѣ мѣры, предотвращающія образованіе промоинъ и водотоковъ в мѣстахъ лощинъ выше провала и около него (отдѣлы Ia и Ib);
- 2) безусловное воспрещеніе распашки береговъ в лощинѣ съ дѣйствующими провалами,
- 3) запрещеніе производства сплошной рубки, и примѣненіе только выборочной рубки в лощинахъ съ дѣйствующими провалами,
- 4) запрещеніе корчеванія пней и сдиранія коры съ послѣднихъ в лощинахъ съ дѣйствующими провалами,
- 5) облѣсеніе лощинъ съ провальными дѣйствующими воронками (относительно породы и способовъ посадки см. отдѣлы Ia пункты 13-19).

в) Мѣры, увеличивающія питаніе нижняго водоноснаго пласта.

- 1) Расчистка провальныхъ воронокъ дѣйствующихъ (увеличенія ихъ водопоглощенія).
- 2) Расчистка провальныхъ воронокъ *заиленныхъ* (всѣ такіе пункты указаны на картѣ),
- 3) попутно прекращеніе здѣсь распашки береговъ,
- 4) Принятіе мѣръ противъ появленія в этихъ же мѣстахъ (гдѣ произведена расчистка заиленныхъ воронокъ) и выше ихъ – береговыхъ промоинъ и водотоковъ (отдѣлы Ia, Ib).
- 5) прекращеніе в тѣхъ же мѣстахъ сплошной рубки и примѣненій выборочной; запрещеніе корчевки пней и сдиранія коры,
- 6) облѣсеніе лощинъ (дна и береговъ) съ дѣйствующими и заиленными провалами.

с) Мѣры, увеличивающія питаніе рѣкъ^{*)}.

- 1) Расчистка ключей „пластовых“ (указанных на картѣ),
- 2) расчистка отдѣльных ключей,
- 3) образованіе новыхъ ключей около существующихъ,
- 4) принятіе мѣръ противъ заиленія ключей выносами изъ промоинъ (способы предотвращенія промоинъ отд. Ia),
- 5) принятіе мѣръ противъ заноса ключей рѣчными отложениями (мѣры противъ промоинъ и водотоковъ вообще отдѣль Ia и в).

Пользованіе грунтовыми водами верхнихъ пластовъ.

Благодаря тому обстоятельству, что воды верхнихъ пластовъ имѣютъ питаніе по всей водосборной площади, въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ залегаютъ водопроницаемыя породы, – большее или меньшее питаніе этихъ водоносныхъ пластовъ всецѣло зависитъ отъ площади проницаемыхъ породъ, увеличеніе каковыхъ является почти невозможнымъ, а вслѣдствіе чего увеличеніе водопоглощенія будетъ являться здѣсь дѣломъ весьма трудновыполнимымъ^{**)}. Часто предлагаемый способъ поднятія уровня грунтовыхъ водъ верхнихъ пластовъ съ помощью устройства прудовъ, партія (на основаніи изученія условій залеганія верхнихъ водоносныхъ пластовъ) считаетъ *рѣшительно непримѣнимымъ* по слѣдующимъ причинамъ:

1) устройство прудовъ въ лощинахъ меридіональныхъ съ выходами водъ песчаного водоноснаго пласта, благодаря паденію послѣдняго съ востока на западъ, поведетъ не къ поднятію уровня воды, а, напротивъ, къ *усыханію самаго пруда*; и если даже для *цѣлей водоснабженія селеній* потребуется устроить здѣсь прудъ, то необходимо уровень пруда никоимъ образомъ не повышать выше уровня глины западнаго берега, т. е. такъ, чтобы вода пруда *не соприкасалась съ грунтовой* водой, иначе вода изъ пруда по водоносному пласту уйдетъ вглубь берега, что вызоветъ пониженіе уровня пруда;

2) въ лощинахъ широтнаго направленія на тѣхъ же основаніяхъ нельзя повышать уровень пруда до уровня грунтовой воды; такимъ образомъ и здѣсь уровень грунтовой воды устройствомъ пруда повысить нельзя.

3) Даже и при отсутствіи паденія пласта, при выходѣ его въ берегу, вода – будучи поднята выше уровня грунтовой воды, – изъ пруда, взойдя въ водоносный пластъ,

^{*)}Указанныя ниже мѣры должны примѣняться *совмѣстно* съ мѣрами, указанными подъ рубрикой а и в.

^{**)}Въ этомъ смыслѣ принесло бы нѣкоторую пользу предотвращеніе быстрого стока водъ, что можно было бы достигнуть распашкой поверхности по горизонталямъ – пріемъ въ настоящее время трудно-выполнимый. Вліяніе же лѣса въ поглощеніи водъ будетъ здѣсь скорѣе отрицательнымъ, чѣмъ положительнымъ, благодаря громадному количеству воды, поглощаемому корнями, что уже теперь является вполне установленнымъ фактомъ.

обогнеть плотину и выйдет ниже плотины, почему уровень пруда понизится до уровня грунтовой воды и повышение послѣдней также не произойдетъ.

4) Если же какимъ либо образомъ вода и повысится, то такое повышение скажется прежде всего на длинѣ пруда; пруды же, благодаря большому уклону дна лощинъ даже въ районѣ А, съ пологими сравнительно водосборами, имѣють длину въ среднемъ 50-60 сажень, въ районѣ В и С достигаютъ всего только 3-40 сажень.

5) Помимо всего этого устройство прудовъ, какъ упоминалось выше, не вездѣ возможно; да кромѣ того является весьма дорогимъ, такъ какъ требуетъ весьма часто укрѣпленныхъ водосливовъ; безъ таковыхъ можно устраивать пруды только въ районѣ А, въ верхнихъ стволахъ лощинъ: въ другихъ районахъ устройство прудовъ безъ водосливовъ ведетъ къ образованію или промоинъ въ берегу, или, наконецъ, къ прорыву плотины и къ развитію водотока.

Благодаря прерывистости залеганія этихъ верхнихъ водоносныхъ пластовъ, благодаря также малому ихъ водообилію, мѣропріятія по отношенію, къ этимъ пластамъ сводятся: 1) къ выясненію тѣхъ пунктовъ, гдѣ вообще можно встрѣтить воду этихъ пластовъ и 2) къ выбору между послѣдними пунктами, такихъ, гдѣ эту воду можно встрѣтить въ наибольшемъ количествѣ.

Что касается залеганія 2-го (верхняго) известняковаго пласта, то самыми надежными пунктами, гдѣ его можно встрѣтить, являются его выходы на дневную поверхность, также пункты съ оползневою поверхностью береговъ въ районѣ залеганія этого пласта, каковыя всѣ зарегистрированы и нанесены будутъ на карту. Кромѣ того, въ виду того, что этотъ пласть приуроченъ къ глинамъ свѣтло-желтаго доломитизированнаго известняка (2-го члена девонской геологической системы Чернскаго уѣзда), то, сообразуясь съ абсолютной высотой этого пласта (по геологической картѣ), сообразуясь также съ абсолютной высотой мѣста того пункта, гдѣ производятъ изысканіе (что дѣлается по гипсометрической картѣ), принимая также во вниманіе абсолютную высоту выхода этого водоноснаго пласта (по картѣ водоносности), можно будетъ опредѣлить глубину залеганія этого пласта въ извѣстномъ пунктѣ.

Залеганіе „песчанаго“ водоноснаго пласта опредѣляется нахожденіемъ слоевъ глинъ этого яруса на большомъ протяженіи, каковое залеганіе глинъобнаруживается между прочимъ частыми оползнями въ берегахъ.

В югозападной части Чернскаго уѣзда, благодаря паденію глинъ съ востока на западъ (что обнаруживается оползнями на восточномъ берегу меридіональныхъ лощинъ) можно сдѣлать слѣдующіе выводы относительно грунтовой воды этого пласта:

1) Присутствіе грунтовой воды „песчанаго“ пласта опредѣляется „береговыми признаками водоносности“ (оползневая поверхность, нѣкоторые типы прогибовъ и другія „оползневья образованія“, о которыхъ будетъ говорить въ подробномъ отчетѣ); этими же признаками также опредѣляется и обиліе этого водоноснаго пласта *).

*Что также опредѣляется измѣненіями во флорѣ луговъ около выходовъ грунтовыхъ водъ.

2) Въ мѣстахъ съ „признаками водоносности“ въ меридіональныхъ лощинахъ или близкихъ къ такому направленію, колодцы необходимо устраивать только на восточномъ берегу, западный берегъ почти всегда бываетъ сухимъ.

3) Въ лощинахъ широтнаго направленія колодцы можно устраивать на обоихъ берегахъ, но всегда при этомъ они будутъ бѣдны водой.

4) Большое количество грунтовой воды „песчанаго“ пласта можно получить въ лощинахъ съ „признаками водоносности“ устройствомъ каптажа (сборъ грунтовой воды горизонтальными трубами и канавами), который необходимо дѣлать (въ югозапад. част. Чернск. у.) въ лощинахъ меридіональныхъ и притомъ только на восточномъ берегу.

5) Колодцы въ югозападной части уѣзда внѣ лощинъ устраивать выгоднѣе тамъ, гдѣ меньше площадь пересѣкается лощинами и при этомъ необходимо устраивать возможно дальше отъ западнаго берега меридіональныхъ лощинъ и возможно ближе къ восточному (глубина опредѣляется по гипсометрической картѣ и по картѣ водоносности).

„Лессовый“ верхній водоносный пластъ самый бѣдный и самый непостоянный встрѣчается весьма спорадически. Пользованіе водой этого пласта сопряжено всегда съ рискомъ исчезновенія воды въ сухое время; въ нѣкоторыхъ однако мѣстахъ вода держится болѣе долгое время; къ такимъ пунктамъ относятся хвосты лощинъ въ водосборѣ Снѣжеда и соприкасающемся съ нимъ районѣ; тѣмъ не менѣе и здѣсь колодцы можно дѣлать тогда, когда пластъ этотъ, благодаря обилію, выходитъ на поверхность, что опредѣляется по заболачиванію почвы дна лощины въ хвостѣ; но въ виду того, что водоносности этого пласта всецѣло зависятъ отъ количества осадковъ, выпавшихъ въ ближайшее время, то въ дождливые періоды во многихъ хвостахъ можно видѣть заболачиваніе, происшедшее только благодаря временно увеличившемуся обилію этихъ грунтовыхъ водъ, каковое заболачиваніе по наступленіи сухого времени пропадаетъ; поэтому въ послѣднемъ случаѣ колодцы устраивать можно только тогда, когда водоносный пластъ будетъ, болѣе постояннымъ, что опредѣляется присутствіемъ особой болотной растительности (главнымъ образомъ осока) – какъ показатель постоянного заболачиванія.

Ефремовскій уѣздъ

Изслѣдованный въ 1909-омъ году районъ Ефремовскаго уѣзда обнимаетъ южную и западную часть Ефремовскаго уѣзда; въ этотъ районъ входитъ водосборъ Семенька съ притоками: Гоголь, Лѣсные Локотцы и Латышкомъ, водосборъ рѣкъ Любашевки, Кобыленки, Тюртеня и водосборъ всѣхъ лощинъ, впадающихъ справа въ рѣку Красивую Мечь отъ устья Семенька до выходовъ ея изъ уѣзда.

Рельефъ.

По величинѣ абсолютныхъ высотъ изслѣдованная мѣстность значительно уступаетъ Чернскому уѣзду, особенно восточной ея половинѣ. Наибольшія высоты колеблются въ предѣлахъ 110-115 сажень и только въ самой западной части высоты надъ уровнемъ моря достигаютъ 125 сажень (водораздѣль съ рѣкой Любовшей). Такихъ высотъ, какія были въ Чернскомъ уѣздѣ (какъ 140 сажень) нигдѣ въ изслѣдованномъ районѣ не имѣется.

Общій склонъ поверхности идетъ отъ запада къ востоку – въ западной части, и отъ юга на северъ въ южной части, согласно теченію находящихся здѣсь рѣкъ: однако имѣются высоты близъ долины главной рѣки уѣзда – Красивой Мечи, равныя высотамъ въ верхнемъ теченіи ея притоковъ.

Уровень рѣки Красивой Мечи въ изслѣдованномъ районѣ колеблется отъ 70 саж. до 58 саж^{*)}. надъ уровнемъ моря. Отсюда видно, что разность высотъ водораздѣловъ и рѣкъ въ юговосточной части достигаетъ наибольшей величины. Средняя разность водораздѣловъ и рѣкъ (въ соотвѣтствующихъ районахъ) равна въ большинствѣ случаевъ 30 саженьямъ; въ зависимости же отъ близости водораздѣльныхъ линій къ рѣчнымъ долинамъ средняя крутизна водосбора измѣняется и это-та большая или меньшая сближенность водораздѣла и рѣчныхъ долинъ объясняетъ большую часть формъ рельефа южной части уѣзда.

Районъ водосбора верхняго теченія Гоголя и Лѣсныхъ Локотцовъ имѣетъ наиболѣе спокойный рельефъ: лощины съ пологимъ дномъ и невысокими берегами. Въ водосборѣ Лѣсныхъ Локотцовъ этотъ рельефъ сохраняется въ большей части теченія, тогда какъ въ водосборѣ Гоголя рельефъ становится нѣсколько болѣе выраженнымъ въ среднемъ и нижнемъ теченіи, вслѣдствіе сближенности здѣсь водораздѣла и рѣчной долины, благодаря чему увеличивается крутизна водосбора.

Водосборъ р. Семенька въ большой части своего теченія въ предѣлахъ уѣзда (верхняя часть теченія находится въ Орловской губерніи) является глубоко изрѣзаннымъ, благодаря большой разности высотъ водораздѣловъ и dna лощинъ.

Водосборъ Латышка и Любашевки представляютъ собою особенно наглядный случай *сближенности* водораздѣльныхъ линій и рѣчныхъ долинъ *на всемъ ихъ протяженіи* при разности высотъ въ 30-35 сажень на разстояніи 3 версты, благодаря чему рельефъ является здѣсь рѣзко выраженнымъ: лощины глубоки, дно и берега ихъ крутые.

Совершенно иную картину представляетъ водосборъ р. Кобыленки, лежащій рядомъ (къ востоку) съ водосборомъ Любашевки; здѣсь при нѣсколько меньшей разности высотъ водораздѣловъ и рѣчныхъ долинъ, послѣднія при этомъ отстоятъ отъ водораздѣловъ на большемъ разстояніи, благодаря чему, рельефъ здѣсь уже болѣе спокойный; лощины имѣютъ на большемъ протяженіи ровное пологое дно, берега также болѣе или менѣе пологи.

^{*)}У села Хомякова.

Но сейчас же рядомъ къ востоку въ водосборѣ Тюртеня и водосборѣ слѣдующихъ за нимъ къ востоку лощинъ, впадающихъ въ Красивую Мечь, въ районѣ низкихъ абсолютныхъ высотъ уровня рѣки – благодаря большой разности высотъ водораздѣловъ и рѣчной долины, рельефъ снова дѣлается весьма рѣзко выраженнымъ.

Размывъ и смывъ.

Какъ и въ Чернскомъ уѣздѣ, въ изслѣдованномъ районѣ тотъ или иной типъ рельефа сразу отражается на ходѣ процессовъ размыва и смыва. Водосборъ Лѣсныхъ Локотцовъ и притока его Полевыхъ Локотцовъ имѣетъ лощины большею частью хорошо залуженныя или облѣсенныя; растушія промоины и водотоки рѣдки, сильнаго смыва почвъ не наблюдается. Тоже имѣется и въ районѣ верхняго теченія Гоголя и во всемъ водосборѣ р. Кобыленки.

Иную картину представляетъ водосборъ Лазавки и Орева, гдѣ при глубокихъ лощинахъ (до 10 саж. глубины) наблюдается частый размывъ береговъ, глубокіе водотоки, иногда превращающіе самую лощину сплошь „въ водотокъ-лощину“, здѣсь же наблюдается и сильный смывъ почвы.

Послѣднее видимъ и въ водосборѣ Латышка и Любашевки, гдѣ масса лощинъ, занята водотоками, захватившими весьма часто все дно, въ берегахъ же имѣются промоины. Особенно силенъ размывъ въ водосборѣ р. Семенька, гдѣ всѣ короткіе стволы лощинъ, впадающія въ рѣку отъ Мостаухи до устья сплошь изрѣзаны свѣжими промоинами, дно же занято водотоками, почему большая часть лощинъ является совершенно неудобной площадью; этотъ же размывъ имѣется и во всѣхъ вѣтвистыхъ стволахъ (впадающихъ въ Семенекъ) въ средней и нижней части ихъ протяженія и только въ верхней части стволловъ лощины менѣе размывы, хотя и здѣсь водотокъ является обычнымъ нерѣдкой и береговья промоины.

Большой размывъ наблюдается въ лощинахъ водосбора Тюртеня и во всѣхъ лощинахъ впадающихъ справа въ Красивую Мечь отъ Тюртеня вверхъ до устья Кобыленки и внизъ до выхода р. Красивой Мечи изъ уѣзда. Здѣсь водотоки развиты почти въ каждой лощинѣ и достигаютъ часто большихъ размѣровъ; масса же промоинъ, приуроченныхъ, какъ и вездѣ, большею частью къ сѣверному берегу широтныхъ лощинъ, приводятъ лощины во многихъ мѣстахъ въ полную негодность.

Геологическое строеніе.

Геологическое строеніе района въ общихъ чертахъ таково: въ основаніи всѣхъ породъ залегаютъ девонскіе известняки, глины и доломиты. За исключеніемъ двухъ верхнихъ членовъ геологической схемы Чернскаго уѣзда, здѣсь встрѣчаются всѣ тѣ же

слои, что и въ Чернскомъ уѣздѣ, причемъ въ изслѣдованномъ районѣ замѣчается особенное преобладаніе нижнихъ слоевъ.

Самой верхней породой является синевато-сѣрый доломитъ съ ископаемым *Rhynchonella*; встрѣчается онъ въ верхнихъ лощинахъ водосбора р. Кобыленки и въ верховьяхъ Гоголя. Ниже идутъ слои зеленовато-сѣраго доломита (съ *Cythere*) (с Яндовка, Чемоданово и др.), ниже его – слои свѣтложелтаго доломитизированнаго известняка (съ прослойками песчанаго мергеля); выходовъ его особенно много по р. Кобыленкѣ и Тертеню (Кольцово, Красиловка, Никольское и др.) также по Любашевкѣ и Латышку.

Подъ нимъ залегаетъ ноздреватый доломитизированный известнякъ („мценские слои“), выходовъ котораго много, по Тюртеню (за д Ступинскій хуторъ), по Красивой Мечи (у гор. Ефремова) по Семеньку и Гоголю. Но больше всего развитъ лежащій подъ нимъ ярусъ плитчатыхъ и ноздревато-плитчатыхъ известняковъ (съ прослойками рухляковъ), благодаря большой ихъ мощности (до 15 сажень) выходящихъ во многихъ мѣстахъ. Всѣ крутые и высокіе берега Красивой Мечи отъ с. Стрѣличей Поляны внизъ до выхода изъ уѣзда почти сплошь состоятъ изъ этой породы; послѣдняя составляетъ во многихъ мѣстахъ отвѣсныя высокія обнаженія, такъ характерныя для долины Красивой Мечи въ нижнемъ ея теченіи. Выходы и хорошія обнаженія этихъ известняковъ весьма часты по Семеньку, Лазавкѣ и Ореву. О строительной цѣнности девонскихъ породъ уже была рѣчь въ отчетѣ по Чернскому уѣзду.

Надъ девономъ залегаетъ песчаный ярусъ, выраженный здѣсь главнымъ образомъ песками и кварцитами, причемъ послѣдніе (кварциты) достигаютъ въ изслѣдованномъ районѣ громаднаго развитія. Выходы кварцита весьма многочисленны во всѣхъ водосборахъ, особенно же въ водосборѣ Любашевки, Латышка, Семенька и Локотцовъ, гдѣ зачастую можно встрѣтить лощины сплошь заваленныя глыбами этого кварцита.

Насколько сильно развитъ кварцитъ, настолько же слабо выражены здѣсь глины, которыя можно сказать почти совсѣмъ отсутствуютъ, за исключеніемъ весьма рѣдкихъ пунктовъ, гдѣ онѣ имѣются въ видѣ очень тонкихъ прослойковъ (водосборъ Гоголя близъ Любовши-Хованской), вслѣдствіе этого въ изслѣдованномъ районѣ отсутствуютъ связанныя съ этими глинами оползни береговъ и верхній водоносный пластъ, залегающій надъ этими глинами, поэтому всѣ селенія, расположенныя на водораздѣлахъ, терпятъ большую нужду въ питьевой водѣ.

Надъ песчанымъ ярусомъ залегаетъ всюду лессъ, имѣющій тѣ же законности въ своемъ развитіи, какъ и въ Чернскомъ уѣздѣ. Въ крайней юговосточной части изслѣдованнаго района между песчанымъ ярусомъ и лессомъ наблюдаются *ледниковыя отложенія*, выраженыя здѣсь слоями глинъ съ валунами (до 1½ аршина въ діаметрѣ) гранита, діорита, шокшинскаго песчаника и др., также слоями ледниковыхъ песковъ (въ мѣстахъ соприкосновенія съ песчанымъ ярусомъ).

Границу ледника можно провести отъ мѣста схождения границъ Ефремовскаго уѣзда, Елецкаго уѣзда Орловской губерніи и Лебедянскаго уѣзда Тамбовской губерніи,

на д. Марьину-Кустовку, отсюда къ сѣверу по водораздѣлу Кобыленки и Тюртеня почти по прямой линіи на с. Солдатское; къ востоку отъ этой линіи будетъ находиться область, захваченная ледникомъ.

Провальныя образованія.

Въ изслѣдованномъ районѣ провалы довольно распространены. Здѣсь, какъ нельзя болѣе рѣзко, обнаруживается связь проваловъ съ пологимъ рельефомъ и присутствіемъ лѣса^{*)}. Водосборъ Лѣсныхъ Локотцовъ представляетъ районъ, гдѣ, благодаря пологимъ лощинамъ и лѣсамъ, расположеннымъ по нимъ, провалы достигаютъ громаднаго развитія; также много проваловъ и въ водосборѣ Гоголя. Водосборъ Кобыленки представляетъ напротивъ районъ, гдѣ отсутствуютъ провалы въ большей части верховья, несмотря на пологость здѣсь дна лощинъ, что объясняется почти полнымъ отсутствіемъ здѣсь лѣса по лощинамъ.

Водосборъ Латышка, и особенно Семенька представляетъ районъ, гдѣ имѣется масса проваловъ, однако *проваловъ заиленныхъ* и прорѣзанныхъ водотоками и потому *не дѣйствующихъ*, чему причиной – развитый здѣсь сильный размывъ береговъ.

Связь проваловъ съ питаніемъ рѣкъ, какъ и въ Чернскомъ уѣздѣ, выражена здѣсь весьма рѣзко. Такъ, благодаря отсутствію проваловъ въ водосборѣ верхняго теченія р. Кобыленки, главный стволъ ея представляетъ суходоль почти до устья, и только здѣсь, благодаря появившимся проваламъ въ лѣсныхъ лощинахъ начинаютъ выходить ключи, которые и питаютъ рѣку. Обильные провалы въ водосборѣ Лѣсныхъ Локотцовъ (съ притокомъ Полевые Локотцы) даютъ питаніе сильнымъ ключамъ выходящимъ въ ея рѣчной долину и долину Семенька со стороны *лѣваго* берега. Ту же связь можно видѣть на Любашевкѣ и Тюртенѣ.

Водоносность.

Благодаря отсутствію глинъ песчанаго яруса и сопутствующаго эти глины верхняго „песчанаго“ водоноснаго пласта, только одинъ нижній девонскій известняковый пластъ служитъ здѣсь единственнымъ источникомъ питьевыхъ водъ и питанія рѣкъ, почему всѣ мѣропріятія къ поддержкѣ и увеличенію водоносности этого пласта, о которыхъ упоминалось въ обзорѣ Чернскаго уѣзда, должны быть здѣсь примѣнимы во всей ихъ полнотѣ.

Лѣса.

Лѣса въ изслѣдованной части уѣзда занимаютъ еще меньшую площадь, чѣмъ даже въ такихъ мало лѣсныхъ районахъ, какъ восточная половина Чернскаго уѣзда. Во

^{*)}О чемъ уже упоминалось при обзорѣ проваловъ Черскаго уѣзда.

всѣхъ водосборахъ площадь лѣсовъ со времени составленія трехверстной карты Главнаго Штаба уменьшилась; однако, какъ и въ Чернскомъ уѣздѣ, констатировано нѣсколько случаевъ (водосборъ Гоголя), гдѣ показанныя на картѣ безлѣсными лощины, въ настоящее время оказываются занятыми естественнымъ лѣсомъ, что повидимому объясняется не полнымъ нанесеніемъ лѣсной площади, занятой порослью. Наиболѣе бѣдными лѣсомъ являются водосборы: Кобыленки, Любашевки, Латышка и Семенька, больше лѣсу по Тюртеню, Гоголю; еще больше по Лѣснымъ Локотцамъ. Лѣса большею частью естественныя (дубъ, береза и осина), искусственныхъ посадокъ мало.

ВОДНОЕ ХОЗЯЙСТВО ЕФРЕМОВСКАГО УѢЗДА.

Обеспеченность селеній водой.

Всѣхъ селеній въ уѣздѣ имѣется 434^{*)} изъ нихъ селеній расположенныхъ по рѣкамъ – 69; селеній расположенныхъ внѣ рѣкъ – 265.

- 1) Селеній пользующихся для питья водой прудовъ имѣется 97 (4072 дворовъ).
- 2) Селеній, пользующихся для тѣхъ же цѣлей, какъ водой пруда, такъ и водой колодцевъ – 11 (общ. число дворовъ 813).
- 3) Селеній, пользующихся водой колодцевъ копанныхъ 174 (общ. ч. дв. 10809).
- 4) Селеній употребляющихъ для питья воду рѣки – 30 (общ. ч. дв. 1758).
- 5) Селеній пользующихся водой колодцевъ, и за недостаткомъ воды въ ней, также и водою рѣки – 10 (общ. ч. дв. 393).
- 6) Селеній пользующихся для питья водой колодцевъ копанныхъ и ключевыхъ – 31 (общ. ч. дв. 3424).
- 7) Селеній пользующихся водой ключевыхъ колодцевъ (хорошая питьевая вода) – 81 (общ. ч. дв. 4794).

Изъ приведенныхъ цифръ видно, что 15,6% общаго числа дворовъ уѣзда пользуются водой прудовъ, санитарное состояніе которыхъ во всѣхъ почти случаяхъ весьма низкое. Кромѣ того 6,7% общаго числа дворовъ пользуются для питья водой рѣкъ, также не отличающейся хорошими качествами, благодаря постоянному загрязненію этихъ рѣкъ.

Изъ селеній особенно нуждающихся въ питьевой водѣ можно отмѣтить слѣдующія: Завидовка, Крутовка, Смоленскіе выселки, Б Медовая (Ильинскій), Юрьевъ лѣсъ, Знаменская (Плат.) Краснополье, Александровка, (Шалим.), Овечьи воды, Пушкарская, Ясенева, Н. Хмѣлевая, В. Хмѣлевая, Лѣсная Уродовка, Медвѣдки, Троицкое, Болховское, Ст. Перевѣсово, Михайловская, Новый хуторъ, Шутиковск дв., Ключики, Лукьяновна, Андреевка, Свинушки, Писаревск. выселки, Солнцев. хут., Греково, Дмитріевка,

^{*)}Съ общимъ числомъ дворовъ 26063.

Ивановская, Мечнянское, Ковылье, Крапивенка, Лѣски, Гурьевъ хуторъ, Волжанка, Дубровка, Федоровка, Губяты, Ламскіе выселки, Вѣдомина, Павловка, Марьина, Рагозинка, Петровская, Борисовск. выс., Александровка, (Силина, Колодези, Жилинскій хут., Сафоновское, Екатериновка, Товарково, Осиновскіе выселки, Николаевка, Анненка, Озерки, Марьинка (Ступ.) Дубровка – Хомякова, Запрудное, Лутовиново, Новосельск. высел., Лисій верхъ, Ярославка, Заполье, Петровская, Поганецъ, Дембск. Товарищ. Архангельское Михайлов., Нечаевскій хуторъ, Пѣтуховск. хут., Ежовка, Дубики, Калакино, Б. Медовая, Лут. Болото, М. Медовка, Мал. Копылово, Павлово—Рогачева, Присады, Таратухины выселки, Лазавка Алекс., Егоровка, Лавровка, Амутное, Елизаветинка, Николаевка (2-ая), Срѣтенка, Хуторы, Долгое, Телешовка, Березняк., Брусеновск. выселки, Могилки, Стрѣлецкая сл., Михайлов, дворы. Что касается обеспеченности селеній водоемами на выгонахъ, то только 76 селеній (или 17,5%) имѣють водоемы на выгонахъ, остальные 358 селеній таковыхъ водоемовъ не имѣють.

Селеній, обеспеченныхъ водоемами на случай пожара, 301 (69,8%), и 133 селенія (30,2%) не обеспечены водою для тѣхъ же цѣлей. Списокъ таковыхъ будетъ приведенъ въ подробномъ отчетѣ.

Водяныя мельницы Ефремовскаго уѣзда

Всѣхъ водяныхъ мельницъ въ Ефремовскомъ уѣздѣ 78 съ общимъ числомъ водяныхъ колесъ 323 (изъ нихъ 220 – верхненаливныхъ, 103 – среднебойныхъ и подливныхъ) турбинъ – 11.

Послѣднія (турбины) распредѣляются по рѣкамъ такимъ образомъ:

р. Красивая Мечь

с. Закопы, Георгіев, вол. (бр. Соболевыхъ) 2	турбины
Мал. Кадное. Ситов. вол. (Петрова) 2	»
Нов. Деревня Старокоз. вол. (Долгова) 2	»

р. Турдей

д. Турдей, Остропят. вол. (Чухрова) 1	»
-------------------------------------	-------------	---

р. Гоголь

Прилѣпы Ушаков. вол. (Брандтъ) 2	»
--------------------------------	-------------	---

р. Локотцы

Мещерки Богор. Локот. (Хлюстина) 1	»
----------------------------------	-------------	---

р. Семенекъ

с. Ламское, Березов. вол. (кн. Голицына) 1	»
--	-------------	---

Общій подпоръ всѣхъ мельницъ (безъ пяти спущенныхъ въ 1909 г.) равенъ 101,4 сажени.

Краткий предварительный отчет

Наибольший подпоръ равенъ 2,08 сажени (верхне наливныя) наименьшій – 0,47 сажени (подливныя колеса).

Средній подпоръ верхненаливныхъ колесъ – 1,45 сажени средній подпоръ среднебойныхъ колесъ 0,95 сажень.

Распределение мельницъ по рѣкамъ показано на прилагаемой таблицѣ.

Что касается распределения колесъ различныхъ типовъ по рѣкѣ, то тутъ наблюдается та же правильность въ ихъ распределеніи, что и въ Чернскомъ уѣздѣ, т. е. въ верхнемъ теченіи рѣки преобладаютъ верхненаливныя колеса которыя исключительно имѣются на всѣхъ небольшихъ рѣкахъ; въ нижнемъ же теченіи большихъ рѣкѣ появляются среднебойныя и подливныя колеса.

Слѣдуетъ здѣсь указать на своеобразное устройство рѣчныхъ плотинъ въ нижнемъ (въ предѣлахъ уѣзда) теченіи рѣки Красивой Мечи.

Название рѣки.	Число мельницъ на рѣкѣ.	Число колесъ верхненалив.	Число колесъ подлив. и среднебойн.	Сумма подпора мельницъ въ саженьяхъ
Красивая Мечъ	16	16	95	15,14
Ситова Мечъ	2 ^{*)}	11	-	1,36
Каменка	5	23	-	8,50
Голица	4 ^{**)}	7	-	-
Турдей	1	3	-	2,08
Гоголь	11	32	1	14,79
Любашевка	4	6	1	6,31
Уродовка	1	2	-	1,76
Кобыленка	3	7	-	4,83
Семенекъ	7	36	2	10,47
Локотцы	5	11	-	7,69
Полев. Локотцы	4	8	-	5,36
Птань	12	50	4	17,49
Вытемка	2	6	-	3,85
Латышекъ	1	2	-	1,76
Итого	78	220	103	101,40

Благодаря громадному расходу рѣки, какъ въ половодье, такъ и въ межень, устройство въ нижнемъ теченіи постоянныхъ плотинъ съ щитовыми затворами является весьма

^{*)}Изъ нихъ одна спущена (въ 1909 г.)

^{**)}Въ 1909 г. спущены.

дорогимъ, поэтому владѣльцы мельницъ примѣняютъ слѣдующий способъ ихъ устройства: въ находящихся около мѣста плотины крутыхъ каменистыхъ берегахъ, (каковыя, какъ упоминалось, характерны для всего нижняго теченія р. Красивой Мечи) весною послѣ прохода воды роютъ известнякъ, который складываютъ съ горы прямо къ руслу: послѣ чего начинаютъ постепенно перепруживать рѣку насыпкой камней съ навозомъ, высоту плотины даютъ всего 1½-2 аршина – что вполне достаточно для приведения въ дѣйствіе подливныхъ колесъ. Само собою разумѣется, вода постоянно будетъ переливаться черезъ эту каменную перепруду и кромѣ того всегда усиленно проходить сквозь самую плотину; такая потеря воды, повидимому оказываетъ мало вліянія на производительность мельницы, такъ какъ при громадномъ расходѣ воды рѣки въ этой части ея теченія, для приведения въ дѣйствіе обычнаго типа мельницъ всегда съ избыткомъ хватаетъ одной „ходовой“ воды, почему прибѣгать къ скопу ея устройствомъ высокихъ плотинъ является при обычномъ устройствѣ и работѣ мельницъ, излишнимъ. Недостаткомъ такихъ плотинъ является обычное засореніе въ такихъ случаяхъ русла ниже плотины, такъ какъ ежегодно полая вода прорываетъ эту каменную перепруду и сноситъ внизъ массу камней, которыми заполняется русло часто на протяженіи до ½ версты ниже плотины.

Раздѣленіе уѣзда на районы и всѣ мѣропріятія по предотвращенію порчи земельныхъ угодій и по улучшенію водоносности и воднаго хозяйства по каждому району будутъ приведены по окончаніи обслѣдованія Ефремовскаго уѣзда въ будущемъ году.

Завѣдующій оцѣночно-гидрологическими изслѣдованіями
Инженеръ-агрономъ *А. Козменко*

Профессор А. С. Козменко
РАБОТЫ НОВОСИЛЬСКОЙ ОПЫТНО-ОВРАЖНОЙ
СТАНЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ПРИЕМОВ БОРЬБЫ С ЭРОЗИЕЙ

Статья в сборнике «Эрозия почв». – М. – Л.: Изд-во Академии наук СССР, 1937. – С. 155-185.

Исследования, служившие основой
для опытно-исследовательских работ станции

Несмотря на громадное распространение у нас в СССР процессов эрозии в различных ее проявлениях, изучение этого вопроса как в научном, так и в практическом отношении проводилось у нас в каком-то бессистемном порядке, без определенного представления о самом изучаемом объекте.

Можно сказать, что в данном вопросе и наука и практика шли в одну ногу: и та и другая не считали нужным глубже вникнуть в самое явление, считая его настолько ясным, что какое-либо всестороннее и подробное естественноисторическое изучение его вообще излишне.

Достаточно указать, что в нашей стране, весьма страдающей от губительного действия поверхностных сточных вод, от так называемых «оврагов», нигде – ни в науке, ни в практике – нет определенного представления о том «овраге», который является якобы причиной многих бедствий, испытываемых страной.

И наука и практика удивительно однообразно подошли здесь к определению понятия слова «овраг»: этим термином просто-напросто обозначают всякое углубление, образовавшееся под действием проточных вод. А что это такое за углубление, когда оно образовалось, под влиянием каких причин? На это имеется обычно простой ответ: «овраг» это такое образование, которое вызвано деятельностью сточной воды благодаря распашке степи, вырубке лесов и другим причинам, связанным с деятельностью человека.

Далее намечается еще более примитивное представление и о самом течении процесса оврагообразования; принято обычно считать, что

образовавшийся «овраг» постепенно, при своем дальнейшем развитии переходит в заросший овраг – «балку», а последняя – в речную долину, и отсюда, как следствие, отождествление гидрографической сети – неперенного спутника каждой местности – с сетью «овражной»¹.

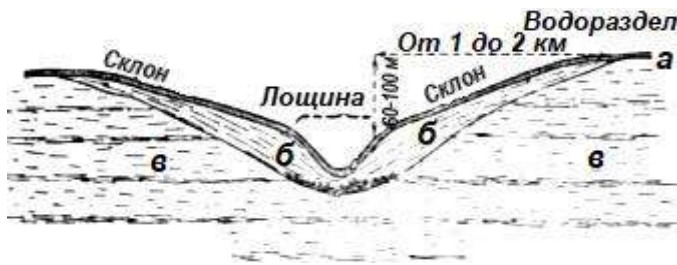
На подсчетах по топографическим картам площади, занимаемой этой гидрографической или, что то же, «овражной» сетью, делались и делаются и поныне выводы об «овражистости» местности, а, следовательно, и о том вреде, какой терпит данная местность от «оврагов». И зачастую в различных работах, трактующих об оврагах, приводятся именно такие данные, из которых, например, мы узнаем, что процент овражистости той или иной местности достигает до 20-30 и даже более процентов, а из этих больших цифр следуют и соответствующие практические выводы.

Но если бы, став на такую точку зрения, мы начали бы делать по топографическим картам сравнение «овражистости» для степных, безлесных местностей (каковые принято обычно считать гнездом «оврагов») с местностями более северными, занятыми большою площадью лесов, и совершенно почти не страдающими от эрозии, то получили бы в большинстве случаев весьма, оригинальные цифры, которые свидетельствовали бы о большей «овражистости» как раз северных лесных местностей и меньшей овражистости южных – степных. В первых районах подсчет по картам «овражной сети» давал бы обычно величины в 20-30%, тогда как для многих мест южных степей он едва достигал бы даже и 5%. Несмотря на такую явную абсурдность сопоставления гидрографической сети с «овражной», этими цифрами все-таки продолжают и поныне оперировать. Мало того, со стороны научной мысли не было и вообще стремления подойти глубже к изучению даже самой формы этой «овражной сети» в различных ее звеньях. Если некоторого еще внимания удостоилось наиболее выработанное звено сети, «звено долинно-речное», для которого мы еще имеем исследования геоморфологического характера, то для остальных звеньев сети мы совершенно почти не имеем никаких работ, ибо эта оставшаяся сеть есть «овраги», вызванные деятельностью человека, а потому образование искусственное, с естественноисторической стороны для натуралиста малоинтересное.

¹Такое отождествление мы видим всюду в работах таких видных наших ученых, как В. В. Докучаев, А. П. Павлов, И. Д. Мушкетов, С. Н. Никитин, К. А. Тимирязев, Краснов и многие другие.

Первая брешь в этом туманном вопросе изучения геоморфологии гидрографической сети была сделана в 1908 г. Тульской гидрологической экспедицией¹, которая, включив в свою программу изучение эрозионных образований, дала вполне определенную установку в явлениях эрозии, *строго разграничив в ней формы эрозии древней и формы эрозии современной.*

Она установила, что та гидрографическая сеть, которая обычно фиксируется на картах, есть явление древнее, связанное с послетретичным периодом – тем периодом, когда шло расчленение и формирование рельефа под влиянием больших водных скоплений, в современную эпоху не имеющих уже места. Доказательством этому может служить, между прочим, то обстоятельство, что к каждому элементу этой древней гидрографической сети, какой бы величины она ни была, мы имеем всегда, как неперемutable правило, *падение окружающего склона*, иной раз на величину до 50 и более метров, причем самый этот склон сложен из плаща лёсса, лёссовидного или аналогичного ему по генезису покровного суглинка, имеющего обычно утолщение по направлению к оси ближайшего звена гидрографической сети и сверху прикрытого почвой (фиг. 1).



Фиг. 1. Падение склона к элементу древней гидрографической сети (*а* – почва; *б* – плащ лёсса или лёссовидного суглинка; *в* – коренная порода)

Все это указывает на то, что не только почва, но и сама подстилающая ее порода (лёсс, лёссовидный и покровный суглинки) есть образование во всяком случае синхроническое, или даже более позднее, чем основной базис данного звена гидрографической сети. Сама гидрографическая сеть представляет собою определенную водосточную систему, форма каждого элемента которой есть *функция величины водосбора, его уклона и геологического строения.* Наподобие того как в какой-либо искусственной водопроводной или осушительной канализаци-

¹Экспедиция работала в качестве самостоятельного Гидрологического отдела б. Тульского губернского земства под руководством А. С. Козменко с 1908 по 1916 гг. Материалы ее помещены в специальных трудах, издававшихся Тульским земством с 1910 по 1917 гг.

онной сети, в каждом сечении канала поперечное его сечение рассчитывается на основании массы воды, долженствующей проходить через сечение воды, уклона канала и состава грунта, так точно и в природе выработка формы вместилищ для стока поверхностных вод шла, следуя сочетанию указанных выше факторов, вследствие чего и отдельные звенья гидрографической сети получили определенные, только им одним свойственные формы, в зависимости от водосбора, уклона и геологического строения размываемой поверхности.

Работами Тульской экспедиции для районов, охваченных обследованием (южная половина бывш. Тульской губернии), была в этом отношении установлена ясная закономерность в смысле определенных форм гидрографической сети, одинаково повторявшихся по всем изученным водным системам.

Для примера приведем таблицу главнейших типов звеньев сети¹ для двух больших водосборов рр. Зуши и Красивой Мечи (притока Дона), имеющих каждая площадь 4000-5000 км².

Название звена гидрографической сети	Величина водосбора, га	Водосбор Зуши		Водосбор Красивой Мечи		Для суммы двух водосборов	
		протяженность, км	% от всей длины сети	протяженность, км	% от всей длины сети	протяженность, км	% от всей длины сети
Отвершки	Меньше 50	1139,40	17,41	1787,50	24,84	2026,90	21,29
Лощины	50-500	2568,20	39,26	3122,90	43,38	5691,10	41,49
Лощины-суходолы	500-1500	1371,40	20,96	1062,70	14,74	2434,10	17,71
Суходол: 2 порядка 1 порядка	1500-3000	675,50	10,32	477,30	6,63	1152,80	8,38
	-	-	-	-	-	-	-
Главный суходол	3000-5000	247,90	3,79	216,60	3,06	564,50	3,38
Долина речная (извитая)	Свыше 5000	541,40	8,27	532,90	7,40	1074,30	7,74
Всего	-	6543,80	100,00	7199,90	100,00	13743,70	100,00
Средняя расчлененность рельефа ²	-	1,18	-	1,46	-	1,31	-

¹Каждые из указанных типов звенья отличаются особыми присущими им формами поперечного сечения и конфигурации в плане.

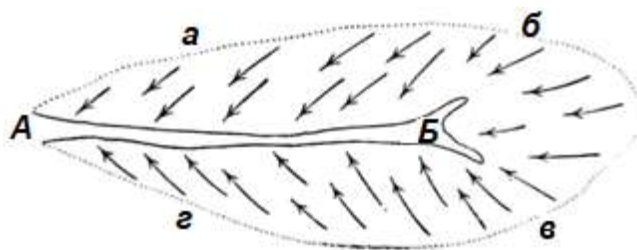
²Число км гидрографической сети на 1 км² площади.

Из таблицы видно, что из общего протяжения всей сети только около 7-8% приходится на долю долинного звена, представляющего собой для данной местности собственно речную долину – вместилище постоянного водного потока; остальные 90% гидрографической сети ныне относятся к той «овражной сети», которую принято, как указывалось, считать образованием современным, а потому и не нуждающимся в естественноисторическом изучении. Мы однако видим, что каждое звено сети представляет собою лишь известную стадию древней послетретичной эрозии, а потому форма каждого звена имеет постепенные переходы как к формам вышележащих звеньев (с более малым водосбором), так и к формам звеньев нижележащих. В частности, форму речной долины в данном пункте нельзя мыслить существующей вне связи со всеми остальными вышележащими звеньями гидрографической сети, ибо только при наличии таковых могло образоваться долинное звено наблюдаемой формы.

Установив таким образом, что гидрографическая сеть со связанными с нею склонами остального водосбора есть результат древней (послетретичной) эрозии, Тульская экспедиция выявила, что *современная эрозия*, обязанная своим происхождением резким нарушениям условий стока поверхностных вод в современно-историческую эпоху (благодаря распашке целинных степей и вырубке девственных лесов), *приурочена исключительно лишь к древней гидрографической сети*. Никогда эти современные эрозионные образования не переходят в последовательном своем развитии в какую бы то ни было форму звена гидрографической сети; иначе говоря, современные эрозионные образования не могут при настоящих условиях, как бы последние ни были благоприятны для развития процесса эрозии, принять форму древних образований, а потому никогда современный «овраг» не может перейти ни в так называемую балку (являющуюся звеном древней гидрографической сети), ни, тем более, в речную долину.

Обычно современным размывом захватывается лишь весьма небольшая часть древней гидрографической сети, при этом, как показали исследования той же экспедиции, этот современный размыв древней сети идет в двух направлениях: или размывается дно древней сети или же размываются берега ее; в результате донного размыва мы имеем образование различного вида и форм сухих русел (по терминологии Тульской экспедиции – «водотоков»), в результате берегового размыва – появление в берегах различной величины и формы берего-

вых промоин и рвов. Характерные отличия берегового размыва хорошо иллюстрируются приведенным здесь рисунком (фиг. 2).



Фиг. 2. Береговой размыв гидрографической сети (АВ – лощина; Аабвг – граница водосбора лощины АВ)

Если в средней полосе Европейской части СССР площадь, занимаемая древней гидрографической сетью, составляет в среднем около 10-15 % от всей территории, то даже в ныне сильно эродируемых районах той же полосы площадь под современными эрозионными образованиями (донным и береговым размывом), т. е. под тем, что является собственно «растущими оврагами», обычно не превышает никогда 5-6%, обычно же и того меньше. Кроме того, в большинстве случаев современному размыву подвергаются лишь более низовые звенья гидрографической сети. Если же наблюдается захват и верхних частей, то и здесь всюду формы современной эрозии резко отграничиваются от форм гидрографической сети. Нечего говорить, что того падения склонов и одновременного утолщения плаща лёссового яруса к оси каждого звена гидрографической сети, о котором мы говорили выше, у современных эрозионных образований никогда не наблюдается.

Дав точное представление о современных эрозионных образованиях, Тульская экспедиция установила вместе с тем и те главнейшие факторы, которым подчиняется пространственное распространение современных процессов эрозии. Она указала, что *главнейшим фактором как донного, так и берегового современного размыва является величина относительной разности высот водоразделов и прилегающих низин* (см. фиг. 1): чем таковая больше, тем и размыв сильнее и наоборот.

В виду этого в каждой замкнутой гидрографической системе (водосбора какой-либо реки, ручья и проч.), при прочих равных условиях, обычно более размывы бывают низовые части водосбора, где, как известно, указанная разность высот достигает максимума и, наоборот, верховья того же водосбора менее всего страдают от размыва.

Другими, второстепенными факторами являются рыхлость грунта, облесенность водосбора (в более лесистых водосборах размыв

слабее), инсоляция (южные экспозиции размываются сильнее) и другие еще менее значительные факторы.

Но как бы ни были благоприятны для размыва эти последние факторы, если только основной фактор в минимуме, никакого размыва не произойдет. Например, в пологих районах, сложенных даже из рыхлых песков, можно вырубать лес, даже корчевать пни, можно распахивать склоны берегов гидрографической сети, и никакого размыва не произойдет. Наоборот, в районах с крутым и глубокорасчлененным водосбором достаточно зачастую небольшой вырубке леса по берегам гидрографической сети (по берегам лощин, суходолов и проч.), не говоря уже здесь о какой-либо распашке, как в самый непродолжительный период берег будет разъеден частыми промоинами, которые могут рассечь даже каменистый грунт этих берегов.

Выявив генезис и характерные особенности древних и современных эрозионных образований, Тульская экспедиция поставила в определенные рамки и разрешение практических вопросов по борьбе с размывом. Здесь прежде всего точно определился самый объект мелиоративного воздействия, который, как мы указывали, носил ранее весьма туманный характер. Экспедиция указала, что объектом такого воздействия могут быть только *современные эрозионные образования*, ибо древняя гидрографическая сеть, являющаяся результатом послетретичного феномена, ныне уже не имеющего места, давно уже прекратила свой рост, а потому и не нуждается в каких-либо мероприятиях по ликвидации этого роста.

Затем самый характер мероприятий по борьбе с современными эрозионными образованиями должен быть различен в зависимости от того, какой элемент гидрографической сети подвергается эрозии; а именно: размыв донный, представляющий собою результат современных изменений в пределах всего водосбора, требует и более серьезных, и солидных искусственных воздействий, могущих исправить последствия нарушенного стока на всем вышележащем водосборе; размыв же береговой, связанный лишь с небольшим участком водосбора, прилегающим к данному элементу берега, может быть ликвидирован более легкими средствами.

Выводами работ Тульской экспедиции выявилось и много других неправильных установок в трактовке некоторых явлений, связанных якобы с оврагами, например, мнение о влиянии «оврагов» на понижение грунтовых вод, основанное на наблюдениях выхода послед-

них по древней гидрографической сети, что в большинстве случаев не связывается с существующим размывом, а представляет нормальное явление выклинивания грунтовой воды по дну или по бокам гидрографической сети, что бывает и в тех местах, где нет даже и следа современного размыва¹.

Точно так же выводами Тульской экспедиции установлена и абсурдность таких, например, мероприятий по борьбе с «оврагами», как запруживание оврагов. Как и в предыдущем случае, здесь под «оврагами» понималась гидрографическая сеть, которая действительно может служить местом для прудовых водоемов, но этими местами никогда не могут быть современные эрозионные образования (донные водотоки и береговые промоины), запруживание которых будет являться какой-то бессмыслицей.

Тульская гидрологическая экспедиция, имевшая целью в отношении обследования эрозии главным образом общее изучение этих явлений и всех факторов ими обуславливаемых, не ставила целью выявлять практические приемы борьбы с эрозией, тем не менее ею был все-таки указан основной путь, по которому должны идти мероприятия по борьбе с эрозией. Практическое осуществление этой именно последней задачи взяла на себя уже Новосильская опытно-овражная станция, организовавшаяся в 1923 г. в Новосильском районе Курской области, в местности, обследованной в 1908 г. Тульской экспедицией и отнесенной ею к району с наиболее резко выраженной эрозией².

Первая стадия научно-исследовательских работ станции

Взяв за основу своих работ положения, установленные в отношении эрозии исследованием Тульской гидрологической экспедиции, Новосильская опытно-овражная станция вместе с тем должна была

¹В современных эрозионных образованиях выход грунтовой воды является вообще редким явлением, ибо самый процесс современного размыва, обязанный своим происхождением усиленному поверхностному стоку, этим самым предпрещает отсутствие стока внутреннего (подземного), дающего питание грунтовым водам, наличие которых к тому же и вообще способствует прекращению современного размыва (благодаря усиленному развитию травяной и болотной растительности, ликвидирующей процесс эрозии).

²Новосильская опытно-овражная станция организована Опытным-мелиоративным отделом Наркомзема РСФСР, в ведении которого состояла почти до самого последнего времени; ныне она состоит в системе Научно-исследовательского института лесного хозяйства и агролесомелиорации.

отказаться от ранее установившихся воззрений на характер практических приемов борьбы с «оврагами», ибо эти воззрения базировались, как мы видели, на совершенно неверных предпосылках о генезисе современных эрозионных образований, отождествляемых с древними эрозионными образованиями, вследствие чего получались совершенно неправильные выводы и в отношении практических мероприятий, предпринимаемых для ликвидации современной эрозии.

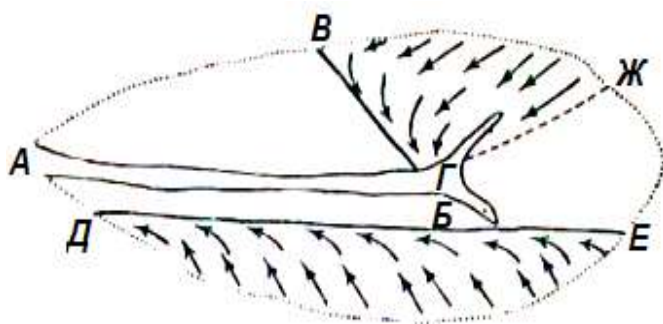
Станции пришлось на первых шагах обратить главное свое внимание на изучение динамики современных эрозионных образований и попытаться выяснить те условия, которые являются основным импульсом как донной, так и береговой эрозии, причем первым объектом изучения был взят береговой размыв как более поддающийся полному охвату наблюдением, ибо, как уже указывалось, в развитии этого размыва мог принимать участие лишь небольшой сравнительно водосбор, прилегающий к эродируемому берегу.

Наблюдения, произведенные в этом отношении, дали весьма важные результаты, позволившие наметить путь в изыскании наиболее рациональных методов борьбы с эрозией. При изучении условий стока полых вод в полосе, прилегающей к гидрографической сети и рассеченной береговыми промоинами и рвами различной величины, было констатировано такое казалось бы весьма простое явление: в тех пунктах, где располагались береговые рвы, можно было видеть в период весеннего снеготаяния поток больших струй полой воды, тогда как на остальных частях берега, лишенных береговых рвов и промоин, сток происходил лишь в виде мелких рассеянных струек. Это наблюдение давало повод заключить, что береговой размыв происходит благодаря появлению на вышележащем склоне больших водных струй и потоков; отсюда вопрос о причине образования берегового размыва должен был свестись к выяснению причин образования больших струй на водосборе. Проследив шаг за шагом вверх от береговой промоины подтекающую к ней большую струю воды, удалось затем выяснить, что в сформировании ее на склоне во всех случаях участвовало, какое-либо искусственное углубление (межа, борозда, колея дороги, канава) или какое-нибудь возвышение (в виде старого рубежа, свального гребня загонной пахоты и проч.), преграждавшие нормальный сток поверхностных вод по направлению наибольшего уклона пахотного склона и вызывавшие перехват мелких струек воды около этих искусственных преград и углублений,

благодаря чему шло постепенное образование из мелких сточных струек больших водных потоков.

Помещенный выше чертеж (см. фиг. 2) наглядно может пояснить указанный процесс формирования больших струй на ненарушенном границами землепользования склоне. Этот поверхностный сток вод происходит по линиям наибольшего уклона, перпендикулярно к горизонталям склона, как это показано стрелками.

Если теперь на таком склоне провести какую-либо межу, канаву, борозду, или рубеж по направлению $BГ$ (фиг. 3), то тогда мелкие струйки воды, дойдя до этой борозды или рубежа, не будут иметь возможности перейти через нее (ибо величина струйки весьма небольшая) и должны будут влиться в эту межу, после чего постепенно начнут течь в направлении падения указанной межи, вбирая в себя все новые и новые подтекающие сюда струйки воды, и у берега лощины (AB) в точке $Г$ образуют уже большую струю, которая легко может произвести размыв грунта берега. Таким образом, вся вода с водосбора $BЖГ$, ранее (без межи) растекавшаяся рассеянными струйками, теперь может быть вся перехвачена и в виде большого потока направлена в одну точку $Г$. Еще более разительным может быть перехват воды при проведении межи или борозды $ДЕ$ параллельно бровке лощины, – направление, которое в общежитии принято совершенно неправильно называть поперечным¹.



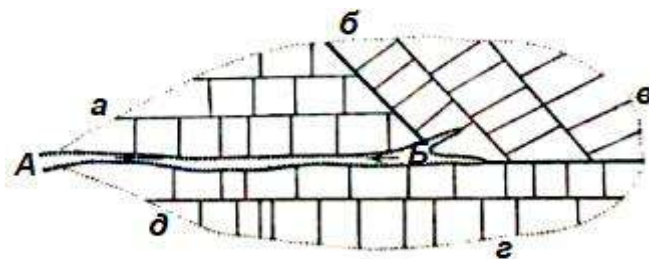
Фиг. 3. Сток поверхностных вод, нарушенный границами землепользования ($BГ$ и $ДЕ$ – рубежи (или дороги); AB – лощина; $ABЖЕД$ – граница водосбора лощины AB)

Из последней схемы видно, что вся вода большого водосбора $ДЗЕ$, подойдя мелкими струйками к такому рубежу или меже, идущим по линии $ДЕ$, перехватится ими и пойдет в направлении рубежа, собираясь в громадную струю в точке $Д$, у бровки берега, где может вызвать грандиозный береговой размыв.

¹Истинно поперечным направлением будет направление, идущее по горизонталям, которые в крутых местностях всегда идут под углом к бровке берега (см. фиг. 3).

Дальнейшие наблюдения над этим явлением всюду обнаружили те же последствия, причем выяснилось, что и в развитии донного размыва искусственные границы землепользования играют также главную роль, направляя новые потоки воды с больших водосборных площадей в такие пункты ложины, как, например, Г, случай с межей ВГ (фиг. 3), которые до этого воспринимали лишь воду с небольшого водосбора ЖГЕ, и эти добавочные потоки воды с водосбора ВЖГ вызывают размыв дна, приспособившегося до этого выносить напор воды лишь с небольшой водосборной площади.

Полученные результаты дали возможность объяснить наблюдаемое всюду явление усиленного размыва полей, бывших ранее исключительно в крестьянских наделах, так как единоличное крестьянское землепользование своею густой сетью границ землепользования (фиг. 4) создавало густую сеть искусственных каналов, быстро перехватывавших мелкие струйки сточной воды и переводивших их в большие водные потоки, которые направлялись к ближайшему звену гидрографической сети, где они размывали дно и берега сети. И так как единоличное землепользование при постоянном дроблении наделов прогрессивно из года в год увеличивало сеть своих границ землепользования, то следствием этого явился прогрессивный рост процессов эрозии как раз на крестьянских землях. Все это и заставило, как первый вывод работ Станции, выставить в 1925 г. лозунг *скорейшего перехода в крутых сильно эродуемых районах от единоличного землепользования к землепользованию коллективному*, в наиболее полной степени уничтожающему ту густую канализационную сеть границ землепользования, которая служит основным фактором прогрессивного развития процессов размыва.



Фиг. 4. Искусственная канализационная сеть границ при единоличном земледелии (абвгд – граница водосбора ложины АБ)

Вместе с этим тогда же Станцией были указаны и приемы борьбы с канализирующим влиянием этих границ, сводящиеся к простейшим операциям: в роде прерывистой перекопки меж и борозд, частой прокопки выступающих над пахотной поверхностью рубежей, в виде рас-

пыления струй, собирающихся по дорогам и ложбинам, косыми сбросовыми дорожными лотками, сбросовыми ложбинными валиками и тому подобными приемами «распыления» водной струи на водосборе.

Последующее изучение явлений стока полых вод на склонах, нарушенного сетью границ землепользования, обнаружило и другие весьма важные обстоятельства в ходе общего процесса эрозии. Прежде всего наблюдение над стоком по водосборам с различной величиной площади и различным уклоном показало, что весенний сток со сплошь распахиваемых склонов со средним уклоном последних от 0.03 до 0.05 давал весьма внушительные коэффициенты стока, выражавшиеся величиною от 80 до 90 % общего запаса снеговой воды, причем зачастую весь этот сток занимал период всего каких-нибудь трех-четырёх суток. Сравнение влажности осенней и весенней после прохода вод во многих случаях указывало, что даже и та снеговая вода, которая оставалась на поверхности, во многих случаях мало утилизовалась почвой и больше шла на испарение и только лишь последующие весенние дожди, выпадавшие уже на талую почву, оказывали заметное влияние на увеличение процента влажности почвы.

Все это являлось следствием малой водопропускной способности мерзлой почвы в период снеготаяния, когда, по наблюдениям Станции, на поверхности образуется пересыщенный водой тонкий слой почвы (5-10 сантиметров), лежащий на совершенно плотном, мерзлом, не пропускающем воду слое почвы-грунта, и этот, подобный эмульсии, тонкий талый слой почвы, лежащий на мерзлом слое, способен быстро смываться даже небольшой струйкой сточной воды, чем обуславливается и другое весьма пагубное явление, установленное Станцией; оказалось, что сконцентрированные границами землепользования большие водные струи и потоки, подходя к подножию пахотного склона, прилегающего к бровке гидрографической сети, зачастую под влиянием всякого случайного препятствия, образовавшегося в канале-меже (ком земли, пересыпка межи землей от вторичной борозды и т. п.), могут легко выливаться из межи и борозды, и тогда вся вода потока, разливаясь веером по отталой с поверхности почве, мигом «слизывает» всю разжиженную водою почвенную эмульсию и выносит ее вон за пределы склона, в гидрографическую сеть. Это-то обстоятельство и является причиной образования в крутых районах около гидрографической сети полосы почти сплошь смытых, лишенных верхнего

почвенного горизонта земель, в большинстве случаев ныне бросовых, остающихся без использования.

Сделанный Станцией подсчет площадей, занятых этими бросовыми, почти сплошь лишенных почвы участками пахотного склона, показал, что в районах Станции эти земли занимают до 20% всей площади, в то время как площади, занятые непосредственно донным и береговым размывом (которые можно назвать уже собственно «оврагами»), занимают всего лишь 3-4% площади района¹.

Таким образом, было установлено, что *явление смыва почвы оказывается гораздо более грозным, чем явление размыва*, а между тем размером последнего (размыва) до настоящего времени главным образом и оценивался вред от эрозии и на борьбу с ним направлялись, как известно, все практические мероприятия.

В дальнейших своих работах Новосильская опытно-овражная станция попыталась глубже подойти к изучению процесса смыва, и первые ее в этом направлении исследования обнаружили такие явления, которые предопределили в основном всю ее последующую опытно-исследовательскую работу.

В целях выяснения влияния отдельных элементов склона на урожайность культур, Станцией были выделены опытные делянки на наиболее характерных частях склона: вблизи водораздела, на середине склона и у подножия его; причем были взяты склоны различных экспозиций и различных уклонов; при этом в каждом опыте испытывались разного рода культуры (озимые, яровые, травы). Проведенный в течение ряда лет опыт в указанном направлении показал всюду *постепенное понижение урожайности культур от водораздела к подножию склона*. Если разделить весь лежащий выше бросовых смытых земель склон на три части, то нижняя треть, как правило, показывала почти всегда урожайность на 40 и 50% ниже, чем на приводораздельной трети склона. Это указывает на то, что в крутых районах процесс смыва, который перевел в состояние полной негодности участки около самой гидрографической сети, затронул своим воздействием и большую часть вышележащего склона; иначе говоря, *бросовые смытые земли уже надвигаются теперь как бы на водораздел, все более и более понижая общее плодородие почвы склона*.

Из всех указанных выше наблюдений, произведенных на Станции, с несомненною ясностью обнаружился для местностей с резко

¹Площадь гидрографической сети составляет в этих районах 12-15%.

расчлененным рельефом¹ такой ход стока поверхностных вод и связанного с ним процесса эрозии:

1) Распашка склонов водосбора вызвала в описываемых районах почти полный сток весенних вод, достигающий до 90%.

2) Прогрессивное дробление крестьянских наделов, сопровождавшееся угущением искусственной канализационной сети границ землепользования, обуславливало постоянный переход рассеянного (мелкоструйчатого) поверхностного стока в сток большими водными струями и потоками.

3) Большие потоки сточных вод, в местах подтока их к гидрографической сети, способствовали, с одной стороны, появлению берегового и донного размыва гидрографической сети, с другой стороны, в местах переливания их из межканалов и борозд на окружающую пашню, вызывали усиленный смыв верхнего гумусового слоя почвы, переходившего вблизи бровки гидрографической сети в полный снос всей почвы даже подстилающего ее грунта.

4) Смыв почвы, начавшийся в усиленной форме в подножии пахотного склона и вызвавший здесь образование бросовых «присетевых» угодий, постепенно захватывал вышележащие части почвы, обуславливая здесь понижение урожайности сельскохозяйственных культур, в особенно резкой форме – в низовой трети склона.

Уже первые наблюдения Станции над стоком весенних вод, давшие указанный выше результат, говорящий о почти полном стоке всех снеговых вод, и притом в виде больших водных потоков, дали повод заключить, что такой усиленный сток снеговой воды, в некоторые годы составляющий до $\frac{1}{3}$ и даже более всего годового количества атмосферных осадков, конечно, не мог ограничиться лишь потерей пашней одной только воды; ясно, что с большими потоками, развивавшимися при склонах (с уклоном более 3%) громадную скорость и с нею вместе и живую силу, должен был происходить усиленный смыв мельчайших, а следовательно и наиболее ценных для земледелия частиц почвы, также и вынос растворимых солей. Произведенные на Станции (аспирантом Черниковым) в 1928-1929 г. исследования почв по различным элементам склона дали в этом отношении весьма характерные цифры, приводимые в следующей таблице:

¹Процент таких районов в центральной части лесостепной зоны достигает до 60-70% всей площади данной зоны.

	Толщина гумусового слоя почвы, см	Гумус слоя А ₁ (по Кноппу), %	Фосфорная кислота, %
<i>1-й профиль</i>			
Водораздел	35	-	-
Середина склона	15	-	-
Подножье склона	7	-	-
<i>2-й профиль</i>			
Водораздел	32	4,58	0,155
Подножие склона	12	2,17	0,155

Постоянный перенос почвенных частиц по крутому склону вызвал и другое отрицательное явление – *образование в нижней половине склона сплывчатых почв, лишенных мелко-комковатой структуры*, в засушливый весенний период уплотняющихся до состояния как бы асфальтовой покрышки.

Дальнейшее наблюдение над весенним и ливневым стоком обнаружило еще снос семян и удобрений с верхних частей склонов в нижние, вымывание с корнями озимых посевов и другие подобные явления, говорящие о том, что неурегулированный сток поверхностных вод в крутых районах (куда можно отнести те районы, где пахотные склоны имеют уклон свыше 3%) вызывает, помимо деградации плодородия почвы, также и много других отрицательных явлений, понижающих эффект различных агротехнических приемов, проводимых на пахотной площади.

Все это вместе взятое показывало, что вред от размыва тонет в море других более серьезных бедствий от эрозии в целом, испытываемых местностями с резко выраженным рельефом. Те современные эрозионные образования в виде береговых рвов и донных «водотоков», с которыми у нас ранее только и связывалось представление об отрицательной стороне процесса эрозии, являются видимым лишь на глаз проявлением процесса эрозии, как бы вредоносными «язвами» на поверхности земли, и эти образования занимают, как мы видели, небольшую сравнительно площадь; тогда как значительно более опасной является внутренняя, менее видимая и даже в большинстве невидимая глазу, эрозионная болезнь земли – смыв почвы, который и по площади и по абсолютному вреду, им приносимому, в несколько раз превосходит указанный выше процесс размыва.

Это именно обстоятельство и предрешило ход научно-исследовательской работы Станции.

Ясно, что для того чтобы бороться с эрозией в целом, совершенно недостаточно брать объектом одну лишь борьбу с размывом, ибо этот размыв и эти «овраги» есть лишь частный случай общего процесса эрозии, вызванного нарушением условий спокойного стока поверхностных вод, каковым общим процессом охватывается почти весь водосбор эродируемой гидрографической системы, а не одна эта последняя. *Только взяв своим объектом ликвидацию процесса эрозии в целом, мы сможем ликвидировать и размыв, и более пагубный для народного хозяйства смыв почвы.*

Настоящая стадия научно-исследовательских работ станции

Таким образом, предыдущий цикл работ Станции определил задачу работ по разрешению эрозионной проблемы в таком направлении:

1) Изучение приемов борьбы с эрозией должно быть направлено на весь водосбор мелиорируемой системы, не ограничивая, как то было ранее, плацдарм мелиоративного воздействия одной лишь гидрографической сетью.

2) Изучение борьбы с эрозией необходимо вести в направлении изыскания приемов, ликвидирующих главным образом причину эрозии, а не ее следствие¹.

3) Основное внимание при борьбе с эрозией должно быть обращено на создание нормального, *спокойного стока* поверхностных вод, не могущего вызвать вредную эрозию (смыв и размыв).

4) Борьба с эрозией должна выражаться преимущественно борьбой со смывом почвы как явлением наиболее пагубным, имея при этом в виду, что ликвидация смыва должна повлечь неминуемо и ликвидацию размыва.

5) Непосредственной целью работ по борьбе с эрозией должно быть:

а) прекращение смыва почвы склонов и размыва дна и берегов гидрографической сети, б) превращение сплывчатой структуры крутых склонов в структуру зернистую, в) восстановление плодородия низовых участков склона, потерявших, благодаря смыву, большую часть гумусового слоя почвы, г) превращение в продуктивные угодия смытых и размывших участков склонов и гидрографической сети.

¹До настоящего времени все мероприятия имели целью исключительно борьбу со следствием этого процесса.

Задавшись таковой целью в опытно-исследовательской работе, были установлены и основные принципы в выборе приемов борьбы с эрозией. В виду того, что мелиоративное воздействие должно быть в большей своей части направлено на водосборную площадь, являющуюся ныне объектом использования земледельческой культуры, главное внимание решено было обратить на такие приемы, которые меньше всего требовали бы каких-либо искусственных сооружений и работ, чтобы в большей своей массе они представляли из себя или включение определенных культур, пребыванием своим на склоне оказывающих мелиорирующее воздействие на сток, или же известного рода «растительные сооружения», создающие определенные условия для направления тех или иных гидрологических процессов в сторону, способствующую непосредственной ликвидации эрозии, или же косвенно на нее воздействующие.

В осуществление указанных заданий Новосильская опытно-овражная станция, начиная с 1926 г., постепенно стала закладывать серии опытов на своей исследовательской базе. (Исследовательская база Станции имеет в настоящее время площадь около 700 га, входящую, с одной стороны, в водосбор непосредственно р. Зуши (правый приток Оки), с другой – в водосбор р. Колпны (правый приток Зуши).

Не останавливаясь подробно на всех приемах, взятых Станцией в качестве объекта изучения, перечислим здесь наиболее характерные из них.

Регулирование стока поверхностных вод в целях прекращения вызываемой им эрозии проводилось в основном следующими приемами:

а) путем задержания поверхностных вод на самом водосборе, б) путем уменьшения скорости стока поверхностных вод, в) путем распыления больших струй на мелкие и ослабления, вследствие этого, их живой силы, г) путем совместного действия указанных приемов.

Задержание воды на водосборе проводилось или в виде непосредственного задержания воды на склонах какими-либо преградами или же путем усиления процессов поглощения сточной воды почво-грунтом.

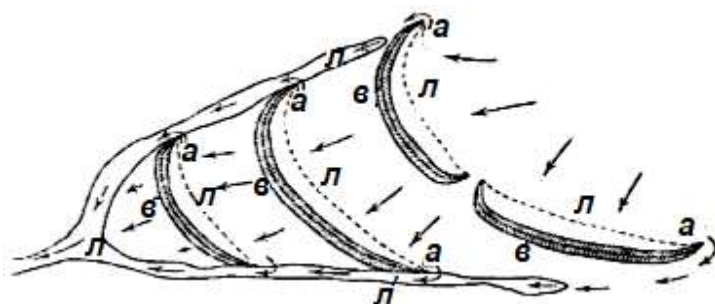
Первый прием Новосильская станция применила в двух вариантах: а) путем применения различного рода «увлажнительных» агротехнических вспашек и б) применением «обвалования».

Агротехнические приемы задержания воды на склоне изучались на Станции сначала в виде так называемых гребнистых и грядовых вспашек. Впоследствии основное внимание обращено было на два приема: а) прерывистое бороздование и б) крестование. Оба послед-

них приема состоят в проведении по склону с осени на полях (идущих под пар и под яровые) на известном расстоянии (от 2 до 4 м) борозд или перекапываемых через 2-4 м (при прерывистом бороздовании) лопатой, или перекрещиваемых другими такими же бороздами (при крестовании). Благодаря таким прерывистым бороздам все поле разбивалось как бы на ряд замкнутых углублений. Наблюдения показали, что этими бороздами весной задерживается на склоне весьма большое количество воды, особенно при крестовании, которым можно задержать до 900 т воды на га. Эффективность этих приемов в отношении последующего увеличения урожайности на таких проборозованных или прокрестованных полях выражалась по опытам Станции в размере 10-12% сравнительно с полями, не имевшими таких операций.

Обвалование стало применяться Станцией с 1928 г., когда ею был выделен особый участок, сплошь подвергшийся указанной мелиорации. Прием этот представляет собою серию невысоких валов (1 м высоты), проведенных по горизонталям на расстоянии друг от друга, рассчитанном в предположении полного перехвата валом всех осадков ливня в 60 мм, выпавшего на площади, лежащей выше вала; при уклоне пахотного склона в 0,03 расстояние между валами получалось около 200 м, – ширина вполне пригодная для механизированной обработки участка между валами.

Схема обвалования представлена на чертеже (фиг. 5).



Фиг. 5. Схема обвалования пахотных склонов (ввв – вала; ппп – граница разлива (пруда) воды за валом; ааа – места сброса воды в валу; ллл – лощина)

К недостаткам этого приема нужно отнести:

1) Создание, благодаря проведению валов по горизонталям, участков между валами неодинаковой ширины, ибо, как известно, горизонтали обычно суживаются по направлению к гидрографической сети и расширяются к водоразделу.

2) Занятие под валы и канавы (около валов) до 2% производительной площади.

3) Сплошное промерзание валов и возможность вследствие этого прорыва их.

Первый недостаток может быть, однако, устранен более редким расположением валов, рассчитанных на меньший процент задержания воды, для чего валы снабжаются отверстиями для сброса излишней воды.

Второй недостаток может быть компенсирован обращением площади, занимаемой валами и канавами, под кустарниковые ягодные культуры, чем одновременно будут созданы условия и для ликвидации последнего недостатка валов – их промерзания и прорыва, ибо кустарники не только скрепят валы, но и создадут условия для *отепления* их большими снежными завалами, не говоря уже о том, что кустарниковые полосы по валам будут вместе с тем являться и ветроломными полосами, весьма полезными для засушливых местностей¹.

Приведя эти недостатки, нельзя не признать и *весьма полезного влияния применения валов на крутых склонах*. Можно сказать, что обвалование есть одно из могучих средств борьбы, позволяющее весьма быстро ликвидировать эрозионный процесс и дающее возможность почве наиболее быстро восстановить свою нормальную структуру, особенно в низких частях склона, где она полностью утрачена благодаря смыву; при помощи обвалования, прекращающего полностью сток, мы сразу как бы переносим бесплодную почву подножия склона в состояние почвы в ее плакорном залегании, благодаря чему почва уже не будет подвергаться смыву и быстро может восстановить свое прежнее плодородие. Применение на Новосильской станции даже несовершенного типа валов (часто прорывавшихся) в короткий срок изменило весь облик обвалованного поля, которое ныне у хозяйственников Станции считается наиболее плодородным участком, тогда как ранее оно относилось к категории весьма плохих земель. Помимо этого в части гидрографической сети, входящей в обвалованный водосбор, ныне совершенно прекратились губительные эрозионные процессы; заросли травой не только мелкие размоины, но даже и донные водотоки, которые в обычных условиях трудно задерновываются и зачастую бывают обнаженными даже и в облесенных лощинах. Ко всему этому благодаря валам прекратился ливневой сток. Весенний сток сошел до минимума, причем уменьшение этого стока отразилось не только на гидрографической сети обвалованного водосбора, но и сказалось и на нижележащих звеньях сети, где донный размыв заметно ослаб.

¹В указанном направлении – повышения эффективности обвалования – теперь и ведутся на Станции специальные опыты и наблюдения.

К группе приемов задержания воды на склоне относится прием, основанный на *применении воздействий, усиливающих внутренний сток*, т. е. поглощение сточной воды почво-грунтом, благодаря чему ослабляется и поверхностный сток.

Мы указали выше, что в условиях распаханного склона снеговые воды стекают почти полностью, не имея возможности просачиваться в мерзлую почву. Чтобы дать возможность талым водам просачиваться в почву, надо создать такие условия, чтобы эта почва была к моменту весеннего снеготаяния талой, или что то же, зимой возможно меньше промерзала.

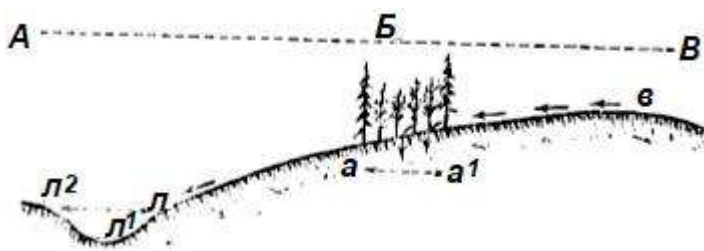
Наблюдения, произведенные Станцией в самом начале ее работ над условиями промерзания почвы, дали в этом отношении некоторые руководящие идеи. Сравнение хода промерзания почв на открытых участках Станции с промерзанием в двух плодовых садах, расположенных вблизи открытых участков, из коих один сад был расположен на водоразделе, а другой на пойме (р. Зуши) в расстоянии друг от друга по воздушной линии около 4 км (при разности абсолютных высот около 100 м), обнаружило следующие закономерности в ходе этого процесса. В то время как на открытом поле, даже и в те годы, когда первый снег выпадал на явно *талую* почву, к концу зимы почва *была промерзшей* на глубину до 1 м, в плодовых садах, даже и в годы, когда снег выпадал на *мерзлую* землю, все-таки к марту месяцу почва оказывалась почти *сплошь талой*, и при этом даже и под снеговым слоем значительно меньшей толщины, чем на открытых полях, где зачастую и под более мощным слоем почва оказывалась промерзшей. Такие результаты заставили сделать предположение *о влиянии кроны плодовых деревьев и опушки сада на защиту снежного покрова от продувания зимними холодными ветрами*. Благодаря этой ветрозащите снежный покров в садах оставался рыхлым и потому менее теплопроводным, защищая почву от охлаждения, тогда как на открытых местах холодные ветры вдувались внутрь снежного покрова и охлаждали почву, уплотняя при этом снежный покров, который делался от этого еще более теплопроводным.

Для проверки этого предположения Станцией был заложен опыт с искусственной защитой от ветров досчатыми щитами (железнодорожного типа) небольших участков на открытом поле; участки брались различных размеров и окружались со всех сторон (в виде квадрата) указанного типа защит, и различной высоты; при этом оказа-

лось, что на участках, в которых длина квадрата не превышала десяти-пятнадцатикратной высоты ветрозащиты, почва под снегом к началу снеготаяния была талой.¹

Этот вывод дал основание наметить ряд опытов по применению особых типов «растительных сооружений», создающих аналогичные условия для полной или почти полной непромерзаемости почвы зимою в целях усиления последующего поглощения ею полой воды. Из таких фитомелиоративных сооружений можно указать на различного рода «водопоглощающие полосы-губки»: садовые, лесные, садо-лесные, ягодные и др., закладываемые по середине склона.

Схема водопоглощающего действия таких непромерзающих полос-губок показана на фиг. 6. Схема расположения их на водосборе показана на фиг. 7.



Фиг. 6. Схема водопоглощающего действия непромерзающих полос (разрез по АБВ. aa^1 — водопоглощающая полоса; $лл^1л^2$ — лощина; $лв$ — склон; $в$ — водораздел)

Из приведенной схемы можно усмотреть, что указанного типа полосы-губки могут применяться лишь в тех местностях, где длина склона от гидрографической сети до водораздела по линии наибольшего уклона будет достаточно велика; по расчетам Станции таковая длина должна быть не менее 500 м при минимальной ширине самой полосы в 100 м.²

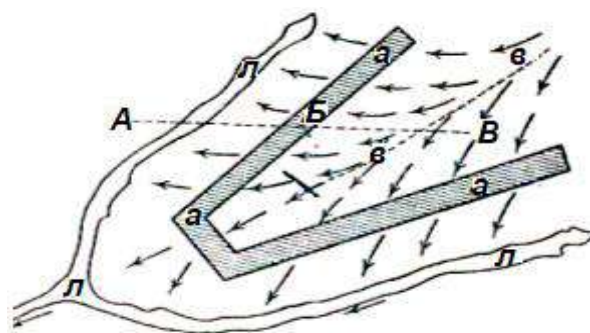
При меньшей длине склона эти полосы стесняют землепользование, и Станцией для этих случаев применяются другие методы регулирования стока.

Из указанного типа водопоглощающих полос Станцией изучены пока полосы садовые (плодовые), лесные и смешанные (садо-лесные); на ближайшее время намечено изучение чистых кустарниковых, ягодниковых полос.

¹Подробно об этом см. статью автора: «Борьба с промерзанием почвы». Опытномелиоративный вестник, том I, вып. 1, 1930. Москва, Изд. Гос. инст. с.-х. мелиорации.

²Расчет ширины водопоглощающей полосы Станция делала на основании распространения около краевых опушек снежных наносов вглубь полосы, при минимальной ширине полосы полного затишья, принимаемой в 40 м.

Вторым приемом регулирования стока, как указано, является замедление скорости течения вод по склону. На Станции в этом направлении изучаются два главнейших вида такого воздействия: травяные полосы-«буфера» на склоне и террасирование склонов. Первый тип, введенный Станцией с 1927 г., основан на принципе создания по склону «шероховатой» поверхности, замедляющей течение той воды, которая проходит через нее.



Фиг. 7 Схема водопоглощающей лесной или садовой полосы

Практически такие полосы-буфера сконструированы в виде временных луговых полос, включаемых в качестве внесевооборотных в основной клин севооборота. В этих целях, если, например, имеется 4-польный севооборот, каждый клин этого севооборота нарезается прежде всего так, чтобы он захватил весь склон от водораздела до ближайшего звена гидрографической сети; затем каждый такой клин делится линиями, идущими приблизительно поперек падения склона, на четыре части, и одна четвертая часть каждого клина пускается под луг, который остается таковым в течение всего периода севооборота (в нашем примере 4 года); после этого луговой клин переходит на соседнюю четверть (вверх или вниз по склону), а бывший под лугом участок поступает в общий полевой клин.

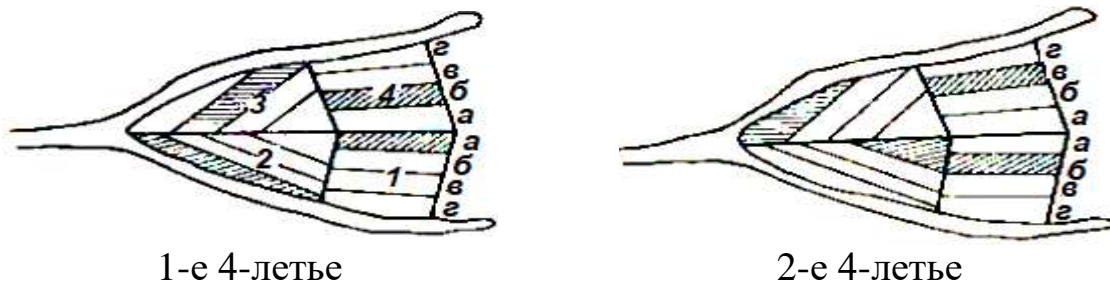
Схема таких временных луговых полос показана на двух рисунках (фиг. 8), левый из коих показывает луговые участки в начале 1-й ротации, а правый – в начале 2-й ротации.

Применение внесевооборотных полос имеет следующие преимущества:

1) замедляется сток воды, проходящей через густое сплетение травяного покрова;

2) вследствие замедления скорости течения несомый с вышележащих частей склона ил оседает в дернине, увеличивая гумусовый слой почвы;

3) благодаря длительному пребыванию травяного покрова на склоне улучшаются физические свойства почвы; из структуры сплывчатой делается зернистая структура; это улучшает качество почвы, а



Фиг. 8 Схема временных луговых полос в 4-польном севообороте (1, 2, 3, 4 – 4 клина четырехпольного севооборота; *abvg* – $\frac{1}{4}$ часть каждого клина; заштрихованный участок – луговая полоса)

главное – этим увеличивается водопроницаемость почвы, усиливающей еще более эрозионно-мелиоративное действие луговой полосы;

4) процессы смыва и размыва ликвидируются полосой, почему какие-либо даже мелкие размоины, подойдя снизу к луговой полосе, неминуемо останавливаются в своем росте;

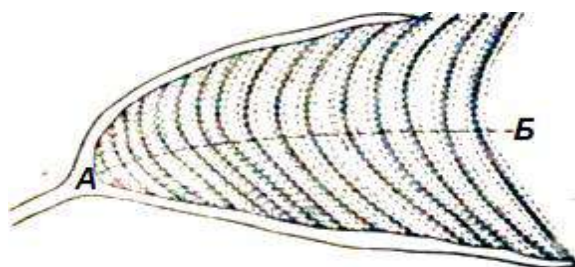
5) вследствие включения луговой полосы в сильно эродируемой местности ни одно поле севооборота не может сплошь распахиваться от водораздела до прилегающего гидрографического звена, вследствие чего и процесс эрозии не может воздействовать полностью на весь склон;

б) в районах с животноводческим направлением, где в силу размывости гидрографической сети ощущается недостаток в кормовых угодьях, введением внесевооборотных луговых полос-буферов удовлетворительно разрешается и кормовая проблема.

Вторым приемом замедления скорости стока поверхностных вод является *террасирование пахотных склонов*. Как известно, в Америке это террасирование широко и давно применяется, у нас же в СССР этот прием малоизвестен. На Новосильской станции испытываются теперь два вида этого приема: террасирование широкими горизонтальными террасами и террасирование наклонными террасами. Опыт с применением первого приема удалось заложить в условиях одинаковой экспозиции и одинакового уклона, с одновременным учетом стока. Прием этот состоит в проведении плугом с особым орудием (сдвигом) невысоких гребней по горизонталям в таком расстоянии друг от друга, чтобы гребень нижней террасы (высотой в 60 сантиметров) был на одном уровне с основанием гребня верхней террасы¹. Этим самым крутой пахотный склон пре-

¹При уклоне пахотного склона в 3% гребни террас располагаются на расстоянии около 20 м друг от друга.

вращается как бы в ряд горизонтальных площадок с пологими ступеньками (фиг. 9 и 10).



Фиг. 9. План террасированного поля



Фиг. 10. Разрез по АБ террасированного поля

При применении же террас с наклонным гребнем крутой пахотный склон превращается этими террасами в ряд площадок с желаемым для нас уклоном, не допускающим смыва почвы.

Как показали первые наблюдения, сток полых вод с террасированной площади значительно сокращается, так как масса воды задерживается гребнями и медленно или стекает через гребень (как в горизонтальных террасах), или отводится спокойным движением по углублению около гребня в прилегающие лощины (последний случай имеет место при наклонных террасах).

Благодаря ликвидации эрозии производительность почвы увеличивается. По данным сравнительных опытов первого года (1933) урожайность на террасированном участке повысилась почти вдвое по сравнению с нетеррасированным, при этом наибольший эффект от этого приема получился в низовых участках, наиболее страдающих от смыва. Характерно также, что сток полых вод с террасированного участка в некоторые годы совершенно отсутствует.

Регулирование стока поверхностных вод на Станции проводилось также и путем *распыления больших струй на мелкие*. Этим приемом уничтожается, с одной стороны, живая сила водного потока, с другой – усиливается водопоглощение и в то же время замедляется вообще скорость течения воды по склону вследствие увеличения коэффициента шероховатостей ложа потока. Этот прием «распыления струй» явился первым, который Станция сочла необходимым пропагандировать на основании указанных выше наблюдений над образованием больших струй под влиянием искусственной канализационной

сети границ землепользования. О простейших приемах такого распыления (прокопах рубежей, перекопах меж, сбросовых лотках, валиках и пр.) говорилось выше, здесь же можно только добавить, что при помощи уничтожения канализирующего влияния рубежа его прокопкой Станция в своих опытах могла просто и быстро прекратить рост большого берегового рва. Кроме того, эти же опыты с распылением показали, что с их помощью, когда большая струя воды может выбрасываться мелкими порциями на пашню, сточная вода легко впитывается почвой, давая ей хорошее увлажнение.¹

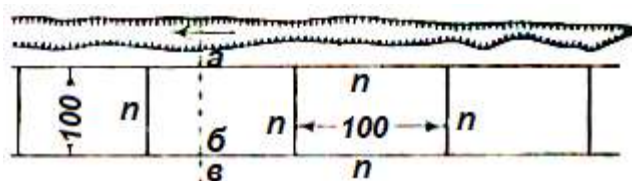
Вторым циклом опытных работ Станции было изучение приемов мелиорации земельных участков, уже подвергшихся в той или иной степени процессам смыва и размыва. Наиболее ответственной частью в этой работе было изучение приемов мелиорации бросовых смытых земель, как уже указывалось, занимающих солидный процент земельной площади в сильно эродируемых районах. Эта группа работ распределялась на две категории: а) изучение фитомелиоративных приемов и б) изучение приемов химической мелиорации бросовых земель. Первого рода, фитомелиоративные, опыты Станция закладывала, исходя из того принципа, на котором был ею основан и прием создания на склоне непромерзающих и водопоглощающих растительных «губок». Здесь лишь для создания ветрозащиты снегового покрова были применены узкие замкнутые древесные лесные преграды в виде ленточных полос. Закладывая их замкнутыми квадратами по бросовым землям с длиной сторон равной той, на которой сказывается ветрозащитное влияние древесной опушки данной высоты, получают условия для образования в этом замкнутом квадрате (занятом смытым участком) талой почвы (фиг. 11 и 12).



Фиг. 11. Схема мелиорации бросовых смытых земель замкнутыми ветроломными лесными полосами (разрез по склону: аб – смытые присетевые участки склона; в – водораздел; л – лощина; nn – замкнутая лесная полоса)

¹См. работу автора «Борьба с оврагами и увлажнением полей». Труды Гос. инст. с.-х. мелиорации, том II, 1928.

Достигнув этого, подтекающая со склонов *бв* к смытому участку *аб* полая вода, несущая с собой почвенную мусть, войдя на этот смытый участок (*аб*), станет сильно поглощаться талой почвой, благодаря чему общая масса сточной воды уменьшится в своем объеме, вследствие этого неминуемо уменьшится и скорость потока, а это будет вызывать постепенное отложение по участку *аб* почвенной мусти и постепенное нарастание (кольматаж) его гумусового слоя. Замедлению скорости течения и отложению, вследствие этого, почвенного ила на бросовых смытых землях будут способствовать здесь также и большие наносы снега, отлагаемые благодаря действию древесных преград внутри замкнутых квадратов.



Фиг. 12. План низовой смытой части склона

В этом опыте Станцией

разрабатываются как различные типы ветроломных полос, так и различные размеры квадратных клеток, причем наиболее ходовой длиной в этих целях Станцией принята длина сторон квадрата около 80-100 м.

Уже первые годы применения полос, когда древесные преграды не достигли еще требуемой высоты, выявилось заметное влияние этого приема на увеличение травяного покрова на бросовых землях и большой перехват им почвенного ила.

Опыты по *химической мелиорации* бросовых смытых земель производились в связи с изучением потребности отдельных элементов склона в удобрении. Здесь выяснилось, что смытые земли больше всего нуждаются в азоте; потребность в нем увеличивается постепенно от водораздела к ближайшему звену гидрографической сети, причем в низовых частях склона и на бросовых смытых землях эффект от азотистого удобрения получается наибольший. Опыты показали, что это повышение урожайности от внесения азотистого удобрения для некоторых культур доходит до 1000% (!) по сравнению с участком без удобрения.

Эти результаты, подтвержденные опытами с различными культурами, дали возможность сделать заключение о безусловной необходимости применения азотистого удобрения при культурах на бросовых смытых землях. С другой стороны, эти же опыты осветили с иной стороны проблему удобрения в *сильно эродлируемых районах*. Именно они установили, что применение удобрений в этих районах должно базиро-

ваться главным образом на введении азотистых удобрений, и притом сосредотачиваемых в определенных элементах пахотного склона, приуроченных преимущественно к нижней его половине, как наиболее нуждающейся и наиболее отзывчивой на азот. Применение же фосфорнокислых удобрений будет рентабельно лишь тогда, когда будет достаточно пополнен запас азотистых веществ в почве.

Считая в отношении мелиорации бросовых земель и последующего их использования весьма рентабельным и эффективным применение азотистых удобрений, Станция вместе с тем признает более целесообразным и безопасным в отношении эрозии использование этих участков *не под полевые культуры*, а под культуры, могущие одновременно создавать условия для ликвидации всегда возможного здесь смыва почвы. На основании этого смытые присетевые участки склона Станцией предложено пускать или под постоянные луговые культуры (периодически удобряемые) или под специальные луговые севообороты, с большим процентом в них травяных клиньев; в некоторых же случаях и под технические древесные и садовые культуры.

Ко второму циклу работ Станции, касающемуся изыскания приемов восстановления производительной ценности земель, подвергшихся процессам эрозии, должна быть отнесена также и довольно большая группа опытов, имеющих целью: а) изучение приемов использования (под луг, сад и лес) площадей, занятых современными эрозионными образованиями: береговыми рвами, донными водотоками, подмывами, б) изучение приемов использования отдельных элементов (дна и берегов) гидрографической сети в различных ее звеньях, в) изучение приемов, облегчающих культуру на тех или иных частях гидрографической сети (изучение приемов борьбы с заносами снега), г) изучение приемов борьбы с иссушением почвы, д) изучение приемов борьбы с оползнями берегов гидрографической сети и др.

Сюда же должны быть отнесены: а) опыты по снегораспределению на крутых склонах, – фактору (как показали наблюдения Станции) не безразличному в отношении регулирования стока снеговых вод и вызываемой ими эрозии почвы, б) опыты по изучению приемов защиты почвы крутых, наиболее инсолируемых, склонов от иссушения.

Вместе с этим Станцией с самого начала ее работ были организованы, постепенно из года в год расширяясь, специальные наблюдения над ходом самого процесса эрозии и некоторых явлений, в той или иной степени влияющих на этот процесс. Из последнего рода работ необходимо отметить:

1) Наблюдения над ростом современных береговых и донных эрозионных образований, развивающихся в условиях применения и отсутствия искусственного мелиоративного на них воздействия (материалы этого рода работ дали цифры ежегодного прироста различного типа эрозионных образований).

2) Гидрометрические наблюдения над стоком снеговых и ливневых вод с водосборов различной величины в условиях искусственного мелиоративного воздействия различными приемами и при отсутствии таковых. (Результаты этих наблюдений установили вышеприведенные цифры колоссального поверхностного стока снеговых вод с распахиваемых склонов.)

3) Ежегодные наблюдения над количеством наносов, сносимых полрой водой с участков различной величины и крутизны. (Результаты этих исследований дали цифры весьма значительного сноса веществ полрой водой, достигающие до 6 м^3 с га.)

4) Сплошные ежегодные измерения снежного покрова по всей земельной территории Станции, позволившие установить закон распределения снежного покрова по склонам различной экспозиции, пункты его регулярного сдувания и надувания и влияние различного рода искусственных или естественных преград на снегоотложение и снеготаяние.

5) Наблюдения над процессом промерзания и разморозания почвы склонов различной крутизны и экспозиции и в условиях воздействия различного рода ветроломных преград, выявившие, между прочим, влияние замкнутых ветроломных полос на уменьшение глубины промерзания почво-грунта.

6) Изучение почвенного покрова склонов различной экспозиции и в различных элементах каждого склона, производившееся частью силами Станции, частью и при содействии других организаций (Агрочувенного института, Почвенной исследовательской станции, руководимой академиком В. Р. Вильямсом). Почвенные исследования, помимо непосредственного выяснения вопроса о роли эрозии, имели в виду и изучение динамики почвообразовательных процессов при тех или иных искусственных мелиоративных воздействиях, с этой целью на территории Станции заложены соответствующие «почвенные репера».

7) Изучение динамики растительного покрова смытых земель и элементов гидрографической сети; для этой цели Муратовской ботанической базой (под руководством проф. Хитрово) было произведено

сплошное обследование растительного покрова гидрографической сети и прилегающих присетевых участков, а впоследствии Агрочувственным институтом (сотрудницей его Зелениной) были заложены и описаны «растительные репера» для последующего периодического их изучения.

8) Изучение влагооборота почво-грунта отдельных элементов склона различной экспозиции и участков склона, подверженных различного вида мелиоративным воздействиям.

Перспективы работ станции

Имея основной целью своей работы различного рода приемы ликвидации процессов эрозии, Новосильская опытно-овражная станция основным упором в своей работе должна была брать регулирование стока поверхностных вод, ибо процесс эрозии является следствием этого поверхностного стока. Но так как процесс стока является одной лишь стадией общего водного круговорота, то воздействуя на одну из его сторон, несомненно мы так или иначе должны будем влиять и на остальные. Так например, уменьшая сток задержанием сточной воды на поверхности склона, мы одновременно усиливаем внутренний подземный сток (просачиванием воды в почво-грунт) и увеличиваем атмосферный влагооборот (усилением испарения воды в воздух). То же получаем, но только в другом соотношении, и при замедлении скорости поверхностного стока и при распылении больших водных струй на мелкие.

Кроме того, всякого рода искусственные фитомелиоративные воздействия, преследующие изменение какой-либо стадии гидрологического и почвенного процесса, или изменение тех или иных водных свойств почв и пр., – все они так или иначе, прямо или косвенно, могут влиять и на такие процессы, которые не имеют непосредственного отношения к процессу стока и связанной с ним эрозии. Например, создание травяных буферов не только обуславливает замедление скорости поверхностного стока воды, но вызывает одновременно и изменение почвенной структуры участков склона, занятых этими буферами. Поэтому при применении этих полос не только уменьшается эрозия, но одновременно увеличивается толщина гумусового слоя почвы и улучшается структура почвы, а вместе с этим повышается и плодородие ее, и, наоборот, мероприятия, имеющие целью мелиорацию эродированных участков (как например химическая и растительная мелиорация бросовых земель), улучшая плодородие мелиорируемого

участка, вместе с тем (с увеличением густоты травяного покрова и улучшением водных свойств почвы) создают условия для уменьшения энергии стока, а с этим и энергии эрозии.

Точно так же, применяя в качестве воздействий на эрозию те или иные агротехнические приемы, дающие особые формы поверхности (террасирование, прерывистое бороздование, крестование, листерование и др.), этим самым мы создаем условия для общего повышения производительности почвы крутых склонов. Наконец, воздействуя на эрозию включением различного рода угодий в тот или другой элемент пахотного склона (внесевооборотные луговые полосы-буфера, водопоглощающие садовые, лесные, садово-лесные, ягодниковые и др. полосы), вводя на склоне различного рода фитомелиоративные и инженерные сооружения (снегораспределительные полосы, кольматирующие замкнутые ленты, водозадерживающие валы и канавы) – всем этим мы так или иначе изменяем конфигурацию и величину отдельных земельных угодий, располагающихся на водосборе данной мелиорируемой системы, а это ведет к необходимости в крутых сильно эродируемых районах тесно увязывать эрозионные мероприятия с мероприятиями по организации территории и так или иначе влиять на таковые.

Все это вместе взятое и выдвинуло необходимость для Станции разрешать эрозионную проблему не изолированно, а в комплексе с другими, тесно связанными, проблемами – проблемой мелиорации почвенно-грунтовой и подземной водоносности, проблемой борьбы с засухой, общей проблемой повышения производительности сил страны, с проблемой удобрений, с вопросами организации земельной территории и, в частности, с вопросом организации кормовой площади, с вопросом судоходства, водоснабжения и др.

В этом именно направлении – в направлении комплексного разрешения эрозионной проблемы с другими, связанными с ними народно-хозяйственными проблемами, и намечается дальнейшее развитие опытно-исследовательской работы Новосильской опытно-овражной станции. Выполнение такой задачи потребует в большинстве случаев совместного участия или содействия и других специальных институтов, ибо силами одной Станции (к тому же в настоящее время весьма еще слабо оборудованной) всю эту большую работу провести будет весьма трудно. Такой именно путь комплексной работы и намечает избрать на ближайшие годы Новосильская опытно-овражная станция. В первую очередь здесь имеется в виду привлечь к этому внимание

почвенных научно-исследовательских учреждений. Из приведенного обзора последовательного развития исследовательской деятельности Станции можно было усмотреть, что разрешение эрозионной проблемы в главной своей массе Станция должна была свести к изучению коренных мелиораций эродированной почвы. Эту смытую и размытую почву необходимо частично или заново восстанавливать, улучшать и защищать от возможной последующей эрозии. А чтобы наметить все возможные схемы таких мелиораций почвы, надо, конечно, хорошо познать почву как в различных фазах эрозии, так и в различных условиях фитомелиоративного, агро- и гидротехнического воздействий, для чего потребуются, конечно, специальные исследования и наблюдения, посильные лишь хороши оборудованным специальным почвенно-исследовательским организациям.

Привлечение этих последних к работе Станции удалось осуществить частично уже и в прошлые годы, и наиболее полно в 1934 г., когда в указанной работе приняли участие сотрудники Почвенно-исследовательской станции Тимирязевской с.-х. академии, руководимой академиком В. Р. Вильямсом, и сотрудники Почвенного института Академии Наук СССР. Последний в будущем намерен еще более полно войти в контакт с работой Новосильской станции, организовав на ней свой стационар.

Для осуществления более глубокого и всестороннего изучения проблемы эрозии в комплексе с другими тесно связанными с нею проблемами Станция наметила, кроме того, проводить свою опытно-исследовательскую работу в различных климатических зонах и в различных рельефных условиях, для чего должна быть организована сеть опорных пунктов, один из которых уже и сейчас функционирует при ней (с 1932 г. Придеснянский овражный пункт в Черниговской области Украины).

Станция полагает, что только во всестороннем познании самого процесса эрозии в различных стадиях и условиях его проявления лежит залог успешного разрешения столь важной для народного хозяйства нашей страны эрозионной проблемы.

Выводы

В основу своих работ Станция положила выводы исследований Тульской гидрологической экспедиции, работавшей под руковод-

ством автора этой статьи на юге Тульской губернии с 1907 по 1912 гг., впервые разграничившей смешиваемые до этого понятия о древних и современных эрозийных образованиях, выделив лишь последнее в качестве объекта, требующего искусственного вмешательства человека для его ликвидации. Эта экспедиция наметила одновременно и пути разрешения проблемы борьбы с эрозией, что резюмировано было ею такими положениями:

а) при борьбе с размывом необходимо строго разграничивать явления древней (послетретичной) эрозии, результатом которой было образование гидрографической сети и тесно связанных с ней склонов, и явления современного размыва, начавшегося лишь в исторический период и притом почти исключительно в пределах ранее сформировавшейся гидрографической сети. Этот современный размыв обязан был нарушению условий стока поверхностных вод, происшедшему благодаря распашке девственных степей и вырубке лесов. Результатом процесса современной эрозии является размыв дна и берегов гидрографической сети и смыв почвы с окружающих склонов;

б) главнейшим фактором современной эрозии (смыва и размыва) служит относительная разница высот водоразделов и дна прилегающих звеньев сети; чем она больше, тем эрозия сильнее.

Новосильская опытно-овражная станция, развивая далее эти мысли путем изучения динамики процесса эрозии, пришла к следующим выводам:

1) Непосредственной причиной берегового и донного размыва гидрографической сети является нарушение нормального, мелко-струйчатого стока вод границами землепользования: межами, рубежами, дорогами, разъемными бороздами, создающими искусственную канализационную сеть на пахотном склоне, концентрирующую мелкие струйки в большие потоки.

2) Интенсивный сток поверхностных вод с распаханых водосборов, достигающий до 90%, в момент «эмульсионного» состояния поверхностного, оттаивающего слоя почвы (лежащего на мерзлой подстилке) вызывает в подножии пахотного склона усиленный смыв поверхностного слоя, в результате чего здесь, в низинной части склона, образуется полоса сплошь смытых (бросовых) земель, площадь которых превосходит в 4-5 раз площадь, занятую собственно размывом (береговым и донным).

3) Изучение урожайности отдельных элементов остального (вышележащего) пахотного склона и исследование здесь же почвенного покрова обнаружили всюду постепенное уменьшение толщины гумусового слоя по мере движения от водораздела к подножию склона; в том же направлении идет и постепенное уменьшение урожайности всех культур, что связано не только с уменьшением гумусового слоя, но и с ухудшением физических свойств почв склона, принимающих «сплывчатую» структуру.

4) Указанное явление «надвигаения бросовых смытых земель на водораздел» требует для его ликвидации регулирования стока поверхностных вод на всем водосборе, а не каких-либо частных мероприятий в пределах гидрографической сети, как это до настоящего времени имело место. Это регулирование должно иметь целью медленное и спокойное, не вызывающее смыва почвы, движение сточных вод.

5) Новосильская опытно-овражная станция уже с 1925 г. наметила такие методы борьбы с эрозией (смывом и размывом):

а) задержание сточной воды на водосборе, проводящееся в виде мероприятий чисто агротехнических (применение прерывистого боронования, крестования, листерования) и в виде обвалования склонов невысокими валами (1 метр), рассчитанными на полный перехват определенного количества осадков (от 50 до 100 мм);

б) усиление поглощения сточной воды почвой путем создания по середине склона непромерзающих зимой и водопоглощающих весной полос-«губок» (садовых и лесных);

в) распыление больших струй на мелкие путем частых перекопов меж и разъемных борозд, прокопов выступающих над пашней рубежей и путем устройства косых сбросовых дорожных лотков по дорогам и сбросовых валиков по ложбинам, закладываемых на расстоянии не реже 50-100 м друг от друга и притом от самого водосбора до подножия пахотного склона;

г) замедление скорости течения воды, проводящееся в виде временных внесевооборотных луговых полос, закладываемых поперек падения склона и постепенно переносимых через 4-5-6 лет, согласно севообороту, выше или ниже по склону (луговые полосы замедляют течение воды, задерживают несомый сверху ил, улучшают сплывчатую структуру почвы, которая переходит в зернистую, усиливающую водопоглощение) и в виде террасирования пахотных склонов горизонтальными и наклонными террасами с широким гребнем по типу американских террас.

Мелиорация эродированных склонов на нижней части склона (около гидрографической сети) проводится путем закладки здесь луговых квадратных площадок, окаймленных узкими древесными высокоствольными лентами – для защиты замыкаемого ими пространства от продувания снега холодными ветрами, вследствие чего внутри образуется непромерзающая полоса, которая перехватывает несомый сверху ил, постепенно кольматирующий бросовую смытую землю.

На всем остальном смываемом склоне (равно как и на бросовых смытых землях) мелиорация достигается путем внесения азотистого удобрения, весьма сильно реагирующего на урожай почти всех культур, здесь произрастающих.

Размытые земли, равно как и площадь, занятая гидрографической сетью, используются различными лесными и садовыми культурами, причем в сильно размытых местностях закультивирование начинается при помощи узкополосного лесоразведения.

Новосильская опытно-овражная станция считает необходимым проводить мероприятия по борьбе с эрозией комплексно с разрешением других народнохозяйственных проблем, так же как и совместно с разрешением вопросов по изысканию кормовой площади в сильно эродируемых районах:

а) проблемы мелиорации подземной водоносности (перевод поверхностного стока во внутренний);

б) проблемы борьбы с засухой (использование поверхностных сточных вод для увлажнения почвы крутых пахотных склонов);

в) проблемы улучшения судоходных условий рек (борьба с их обмелением) и др. отраслями народного хозяйства, в которых сток поверхностных вод играет ту или иную роль (дорожное дело, водоснабжение, использование водной силы рек).

А. С. Козменко

**ОСНОВЫ
ПРОТИВОЭРОЗИОННОЙ
МЕЛИОРАЦИИ**

Государственное издательство
сельскохозяйственной литературы
Москва – 1954

К читателям

В книге обобщены вопросы эрозии на территории европейской части СССР. В первой части автор рассматривает древнюю послетретичную эрозию, выдвигая оригинальные положения об образовании рельефа в эту эпоху.

Вторая часть книги посвящена современной эрозии. В этой части дана подробная характеристика процессов смыва и размыва почв, описаны физико-геологические процессы, вызываемые современной эрозией, показано распространение ее по территории европейской части Советского Союза.

Книга рассчитана на специалистов сельского хозяйства, изучающих эрозию почв и меры борьбы с нею.

Отзывы и замечания по книге направлять по адресу: Москва, 1-й Басманный пер., 3, Сельхозгиз.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Проблема повышения плодородия почвы находится в непосредственной связи с вопросом о борьбе с эрозией (борьбе со смывом и размывом). Эрозия весьма распространенное явление в степных и лесостепных районах. Она уничтожает плодородие почвы и наносит вред многим отраслям народного хозяйства (водному и дорожному транспорту, гидроэнергетическому и коммунальному хозяйствам и т. д.).

Однако до недавнего времени мероприятия по ликвидации вредоносного процесса эрозии проводились в сравнительно ограниченных количествах.

Одной из причин такого положения было отсутствие у работников сельскохозяйственного производства ясного представления о самой природе эрозионного процесса, условиях его возникновения и распространения по территории. Постановлением партии и правительства от 20 сентября 1948 года сделан громадный сдвиг в этом отношении.

В настоящее время многие специалисты главное внимание пока еще обращают лишь на одно проявление эрозии – на борьбу с размывом или, как принято говорить, на борьбу с «оврагами»; причем сущность самого явления «оврагообразования» понимается неправильно.

Характерно также, что некоторые научные и практические работники, употребляя термин «овраг», смешивают два генетически различных эрозионных образования: с одной стороны, современные размывы, т. е. изъяны на поверхности земли в виде рвов, промоин, происхождение которых связано преимущественно с хозяйственной деятельностью человека, и с другой – всюду существующую на земной поверхности гидрографическую сеть в виде лощин, логов, суходолов, долин, представляющую уже не современное, а древнее (послетретичное) образование, связанное с размывающей деятельностью громадных водных потоков от таяния ледниковых и снежных скоплений послетретичной эпохи, потоков, которые не имели ничего общего по своему происхождению и условиям стока с теми ручьями стекающих весенних и ливневых вод, которые образуют современные размывы.

При таком смешении двух генетически различных процессов понятно, что и мероприятия по ликвидации размывов не могли проводиться всюду рационально, отчего нередко и заканчивались неудачей.

К этому следует добавить, что другой, значительно более распространенный и более вредоносный тип эрозии – смыв почвы оставался у нас долгое время неподмеченным, доказательством чего может служить отсутствие на прежних (и даже на некоторых современных) почвенных картах границ площадей, занятых в различной степени смытыми почвами. Все это говорит о том, что вопросам развития и распространения процессов эрозии уделялось мало внимания.

Проводя в течение нескольких лет обследование эрозионных явлений в различных лесостепных и степных районах европейской части Союза ССР и руководя работами по изучению противоэрозионных мероприятий, автор настоящей книги собрал материал, касающийся как самой природы эрозионного процесса, так и условий его ликвидации.

Некоторые результаты этих исследований были им раньше опубликованы в различных периодических изданиях, специальных брошюрах и сборниках. В настоящей работе автор попытался обобщить весь имевшийся у него материал, касающийся генезиса, типов и районов распространения эрозии, что является основой противоэрозионной мелиорации.

Автор постарался, насколько это он мог, применить генетический подход к изучению эрозионного процесса, выделив при этом в особую группу явления современной эрозии, связанные с древними послетретичными образованиями.

Нельзя рассматривать современную эрозию непосредственным (естественным) продолжением послетретичного эрозионного процесса. Для доказательства этого приведено в работе достаточное количество фактов.

Вместе с тем в работе сделана попытка генетически подойти и к изучению развития древних послетретичных эрозионных образований, связать различные типы их с глубиной базисов эрозии и геологическим строением отдельных участков водосбора (здесь имеется в виду, главным образом, стратиграфическое соотношение в пределах водосбора отдельного склона рыхлых и твердых толщ коренной породы).

Эти два естественных фактора, как показали исследования, являются ведущими также и в развитии покровных (лёссовых и лёссовидных) пород, с мощностью которых бывает связана соответствующая интенсивность современных эрозионных процессов.

В первой части книги приведены также основные положения о стадиях развития рельефа степной и лесостепной зон европейской ча-

сти Союза ССР в послетретичную эпоху и сделано несколько предположений для уяснения условий возникновения эрозионных процессов в предшествующие геологические эпохи.

Автор вполне сознает, что из высказанных им в этой работе положений не все могут считаться вполне разработанными и вполне доказанными; однако он полагает, что и тот материал, который им здесь приведен, все же может послужить некоторой исходной вехой для подобного же рода исследований в других еще не изученных в эрозионном отношении районах нашей страны.

Автор позволяет себе надеяться, что изложенные в данной работе результаты изучения наиболее подверженных эрозии районов лесостепной и степной зон европейской части СССР, облегчат разрешение эрозионной проблемы, столь важной для народного хозяйства нашей страны.

А. Козменко

ВВЕДЕНИЕ

Разрушение поверхности земной коры стекающей водой и вредоносные последствия этого процесса были давно известны человечеству.

Жители горных местностей с первых же почти лет эксплуатации крутых склонов ощутили на себе губительное действие горных потоков, стараясь тем или иным путем защититить от них свои жилища и земельные участки в горах, для чего они придавали этим участкам форму террас со всякого рода искусственными креплениями откосов, предупреждающими разрушения водой поверхности почвы.

На равнинных территориях разрушительное действие поверхностных вод обращало на себя значительно меньше внимания; больше всего этим явлением интересовались при возведении каких-либо ценных сооружений, жилых строений, проезжих дорог и т. п. и притом лишь в тех случаях, когда эти сооружения подвергались в той или иной степени размыву временными или постоянными водными потоками.

В таких случаях борьба с разрушениями от размыва носила местный характер и не охватывала сколько-нибудь большого числа объектов, а тем более значительную территорию. И только после долгого освоения человеком земельной территории стали обращать внимание на губительное действие стекающих вод и на земельные угодья и, прежде всего, на те разрушения поверхности, которые резко бросались в глаза.

В нашей стране такими объектами были так называемые овраги, являвшиеся новообразованиями, связанными с процессом размыва почвы и грунта весенними или ливневыми водами.

В некоторых местностях мероприятия по борьбе с размывом земельных угодий получали довольно широкое распространение, но все же в целом эти работы не достигали больших размеров.

Не лучше обстояло дело и с научным естественноисторическим изучением геологической деятельности поверхностных вод, несмотря на то что изучение роли водных агентов в изменении земной коры началось значительно раньше изучения других важных физико-геологических факторов, как, например, ветра.

Показательным в этом отношении является то, что до сих пор в науке нет точной номенклатуры отдельных стадий водного разруши-

тельного процесса и отличий от других физико-геологических явлений. Можно сказать, что в номенклатуре процессов, вызванных геологической деятельностью стекающей воды, существует столько же определений, сколько имеется научных работников, изучающих эту деятельность.

Разрушительную деятельность водных потоков с давних пор принято было называть эрозией, однако в это понятие отдельные ученые вкладывали различное содержание. Так, Ритгофен (1886 г.) к эрозии относил три вида деятельности стекающей воды – разрушение, перенос и обтачивание.

Пенк (1894 г.), помимо эрозии (процесса разрушения и переноса почво-грунта, вызванного деятельностью больших водных потоков), различал отдельно процесс смыва, называя его абляцией. К нему он причислял процесс передвижения рыхлого материала под влиянием как живой силы проточной воды, так и силы тяжести (что имеет место при массовом движении рыхлой породы с крутых склонов).

И. Д. Мушкетов (1905 г.) не считал нужным выделять в самостоятельный процесс абляцию (в смысле толкования Пенка), отводя ее к разновидности одного и того же процесса деятельности проточных вод; к собственно же эрозии, размыванию, он относил лишь деятельность больших водных потоков рек и ручьев.

Ог (1913 г.) еще более суживал явление эрозии, относя к ней лишь побочный процесс работы рек, выражающийся в истирании несущимися в воде обломками породы берегов и дна русла рек.

Левинсон-Лессинг (1923 г.) называл эрозией деятельность проточной воды как в виде временных мелких ручьев (обуславливающих смыв), так и работу постоянных протоков воды – рек, причисляя сюда также и деятельность подземных вод.

Американские почвоведы (1928 г. и последующие) еще более осложнили представление об эрозии, включив в это понятие не только процесс разрушения пород деятельностью проточных вод, но и деятельностью ветра. Получилось здесь уже две эрозии – водная и ветровая; эти термины за последнее время начали фигурировать и у некоторых наших советских ученых и практиков.

Почвовед проф. А. М. Панков¹, первый подробно рассмотревший у нас вопрос о развитии термина эрозия почв, дал, однако, и со своей

¹А. М. Панков. Журн. «Природа», 1934 г. и сборник «Эрозия почв», изд. Академии наук СССР, Москва, 1937 г.

стороны новое и притом весьма расплывчатое определение этому процессу. В одних случаях процесс плоскостного удаления (смыва) продуктов выветривания он называл денудацией, а эрозией именовал глубокий, линейный размыв продуктов, причем в этот процесс он включал и процессы суффозии (закрытой эрозии). В других случаях под эрозией почв он понимает «удаление естественными агентами денудации, при содействии человека, всей почвы или отдельных ее частей и связанные в большинстве случаев с этим удалением истощение и разрушение почвы». Давая такое определение эрозии, Панков здесь же дополняет, что в данное определение он склонен внести не только смыв, снос, размыв, выдувание почв, но и выщелачивание, вымывание, оползни, обвалы, просадки почв и другие явления, проходящие при содействии человека, ускоряющие тем самым те же геологические процессы. Поэтому он считал необходимым говорить в таких случаях уже не об эрозии (в единственном числе), а об эрозиях.

Таким образом, этот автор предлагал относить к эрозии не вообще физико-геологический процесс, а лишь, процесс, вызванный деятельностью человека; с другой стороны, в это же понятие он включал не один процесс, а ряд физико-геологических процессов: размывы, смывы, оползни, обвалы, просадки почв, карст и т. п., связанные, как мы знаем, с совершенно различными природными агентами.

Из всего сказанного здесь можно видеть, что разрушающую деятельность стекающей воды одни ученые выделяли в самостоятельный, вполне определенный процесс, подразделяя на отдельные стадии, другие ученые объединяли ее с процессами, вызываемыми иными факторами (ветром, подземной водой, силой тяжести и т. п.).

Разобраться в целесообразности тех или иных толкований будет невозможно до тех пор, пока мы не установим производственную значимость принимаемого нами термина. В самом деле, изучая какое-либо природное явление, происходящее на той или иной территории и имеющее отношение к хозяйственной деятельности человека, мы всегда конечной целью этого изучения должны иметь или его ликвидацию, или его использование. Для этого изучения нам необходимо бывает прежде всего точно определить и выделить тот природный агент, от которого это явление зависит, не смешивая его с другим и не дробя его в зависимости от интенсивности проявления. Этим самым каждому мелиоративному воздействию будет придано определенное, спе-

циальное направление, позволяющее сделать это воздействие целеустремленным и быстродействующим.

Деятельность стекающей воды мы прежде всего должны выделить как самостоятельный процесс. Его нельзя объединять с процессами, вызываемыми другими агентами, как, например, ветром или той же водой, но в ином ее состоянии (например, в виде движущегося ледника, или просачивающейся и движущейся в грунте воды). Агенты такого рода имеют иные законы развития, движения и воздействия на окружающую среду, а потому и практическое воздействие на них требует совершенно иного подхода и иных мероприятий.

Для обозначения деятельности стекающей воды мы оставляем термин эрозия как термин, давно установившийся в геологии, но считаем вместе с тем совершенно нерациональным с научной и практической точек зрения употреблять тот же термин для обозначения работы ветра. Для этого имеется вполне подходящий и давно известный термин дефляция (выдувание). Таким образом, под эрозией будем разумеать процесс разрушения и переноса почво-грунта, совершающийся под воздействием стекающей воды как в виде больших, так и малых ее потоков.

Процесс удаления почво-грунта, вызываемый большими потоками воды, сосредоточенными в узком протоке, будем именовать размывом; тот же процесс удаления, вызываемый мелкими, рассеянными на широкой поверхности струйками воды, – смывом.

Объединение в одном термине «эрозия» размыва и смыва, без выделения последнего в особую группу физико-геологических явлений, оправдывается тем, что фактически в природной обстановке реально ощутимый процесс смыва в сущности бывает представлен тем же размывом, но только развитым в менее резко выраженной форме. В наиболее заметных размерах смыв развивается обычно на пахотной, рыхлой поверхности под влиянием достаточных размеров струй, концентрируемых какими-либо небольшими углублениями, идущими вдоль склона; при отсутствии таких углублений смыв вообще развивается слабо. В силу этого процесс смыва может быть охарактеризован как мелкоструйчатый размыв, охватывающий большую площадь склона.

Для познания процесса эрозии большое научное и практическое значение имеет вопрос о генезисе различных образований, связанных с этим процессом. Установление генезиса позволяет определить интенсивность и условия возникновения водного потока, который принимал участие в развитии определенного типа эрозии. В этом отно-

шении следует строго различать эрозию древнюю, вызванную водными потоками послетретичного ледникового периода, под воздействием которых создавался основной рельеф большей части территории нашей Русской равнины, и эрозию современную, связанную исключительно с деятельностью человека, нарушившего нормальные условия спокойного стока поверхностных вод. Эта эрозия развивается на фоне рельефа, ранее созданного послетретичной эрозией.

Условия возникновения и развития этих двух категорий эрозий – древней и современной – резко различны и никоим образом не могут считаться идентичными, а тем более представляющими один неизменно продолжающийся естественный эрозионный процесс.

К сожалению, такая установка до сих пор являлась принятой многими работниками науки и практики, сводившими в одно понятие оврага или овражной сети как современные, ныне зарождающиеся и развивающиеся эрозионные образования (вроде глубоких рвов и промоин), так и всю вообще гидрографическую сеть.

Гидрографическая сеть представляет собой естественные (в большинстве случаев ныне задернованные и облесенные) пути стока поверхностных вод. Она выражена в форме лощин, логов, суходолов и долин, являющихся продуктом древней послетретичной эрозии, проходившей под воздействием воды ледников и больших снежных скоплений ледниковой эпохи. Смещение такого рода различных по генезису образований породило много всевозможных, в большинстве случаев неправильных, представлений о современном эрозионном процессе и роли его в развитии других физико-геологических явлений. Это смешение создало немало запутанных и противоречивых установок в отношении мер борьбы с эрозией, результатом чего было в этом деле много больших и малых ошибок и промахов, приводивших нередко производство в тупик.

Определив наш взгляд на процесс эрозии в целом и на основные его подразделения (древняя и современная эрозия) и типы (размыв и смыл), задачей первой части настоящей работы мы поставили выявление условий развития отдельных типов и видов эрозии, связи их друг с другом и установление роли древних послетретичных образований в развитии современной эрозии. Это даст нам возможность проблему борьбы с эрозией изучать в зависимости от геоморфологического облика соответствующей территории и ее геологического

строения, что поможет практически мероприятия, связанные с разрешением этой проблемы, поставить на строго научную основу.

Объектом нашего описания будет являться, главным образом, территория лесостепной и степной зон европейской части Союза ССР и, в частности, области, заключенные между Волгой и Днестром, где сосредоточиваются наиболее вредоносные очаги эрозии и борьба с которыми представляет здесь большую народнохозяйственную проблему.

Часть первая
ДРЕВНЯЯ ПОСЛЕТРЕТИЧНАЯ ЭРОЗИЯ

ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ РЕЛЬЕФА

Какой бы географический план местности мы бы не взяли, особенно же по лесостепной и степной зонам европейской части Союза ССР, мы всюду увидим на нем территории, пересекаемые в той или иной степени сетью углублений, представляющих естественные желоба для отвода поверхностных вод с окружающей площади.

Такая водоотводящая, гидрографическая, сеть в плане почти всегда представляет вид ветвящегося ствола дерева (рис. 1, 2-3), отдельные ветви, или звенья, имеют отдельную величину и форму в зависимости от расположения их в системе этого ствола. Верхние концевые звенья представляют в большинстве случаев небольших размеров углубления, которые вниз по течению воды все больше и больше углубляются и расширяются, получая резкие контуры своих боковых откосов (берегов), делающихся наиболее выраженными в главном основном стволе.

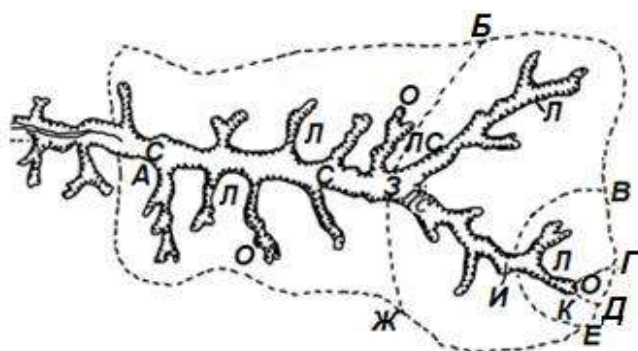


Рис. 1. Гидрографическая сеть и ее звенья:

О – отвершек; Л – лощина; ЛС – лощино-суходол; С – суходол; Д – долина; АБВДЖА – водосбор суходола; ЗБВЕЖЗ – водосбор лощино-суходола; ИВЕИ – водосбор лощины; ГKD – водосбор отвершка

Одним словом, здесь получается в общем та же картина, которую мы наблюдаем по всякой искусственной канализационной или водосточной сети, где группа мелких каналов постепенно переходит в более крупные, причем в этом же направлении идет увеличение водосборной площадки, а, следовательно, и увеличение объема воды, пропускаемой каналом.

Ту площадь, с которой стекает вода к какому-либо пункту гидрографической сети, принято называть водосборной площадью (или

просто водосбором) данного пункта, а линию, отделяющую водосбор данного звена (или части его) от соседнего водосбора, – водораздельной линией (см. рис. 1).



Рис. 2-3. Изображение гидрографической сети на трехверстной топографической карте (со штриховкой склонов)

Рассматривая на карте какой-либо отдельный гидрографический ствол с отходящими от него различного размера ветвями и всеми их мелкими ответвлениями, можно ясно видеть, что по мере перехода от верхних звеньев (ветвей) к нижним идет постепенное увеличение водосборной площади, а с этим и постепенное увеличение количества стекающей воды, пропускаемой более низким звеном сети. С этим связано указанное выше увеличение в том же направлении размеров поперечного профиля отдельных звеньев гидрографической сети.

Как в искусственной водоотводной сети, где всегда отличают магистральный канал и каналы первого, второго, третьего и т. д. порядка, так и в естественной гидрографической сети можно выделить следующие главнейшие звенья, начиная с более мелких (см. рис. 1):

а) ложбины, являющиеся самыми верхними звеньями сети, с небольшой водосборной площадью (до 10 га) и имеющие вид слабо заметных углублений;

б) лощины – звенья, следующие за ложбинами вниз по течению воды и имеющие более значительный, чем ложбины, водосбор, а потому и представляющие более резко выраженные углубления;

в) суходолы, расположенные ниже лощин; они имеют еще более резко выраженный профиль;

г) долины, служащие основными стволами гидрографической сети, воспринимающими воду с довольно значительного водосбора;

по дну их обычно протекает постоянный ручьевой или речной водный поток.

В естественной водоотводящей гидрографической сети, так же как и в искусственной канализационной сети, с переходом от верхних звеньев сети к нижним уменьшается протяжение последних в общей длине всей водоотводящей сети.

Для примера можно привести здесь средние размеры относительной протяженности отдельных звеньев сети для двух больших речных систем центральной лесостепной зоны – рек Зуши и Красивой Мечи¹. Общая площадь их водосбора около 10000 км².

Звенья гидрографической сети	Водосборная площадь данного звена, га	Протяжение данного звена, % от общей длины всех звеньев сети
Ложбины и лощины	До 500	60
Лощино-суходолы (переходные звенья от лощин к суходолам)	500-1500	20
Суходолы	1500-5000	12
Долины	Свыше 5000	8

Окружающая гидрографическую сеть площадь имеет всюду склоны к близлежащему звену сети. Вообще нельзя представить себе склон без наличия в подножье его какого-либо звена сети, как нельзя мыслить и гидрографическую сеть без прилегающего и падающего к ней участка водосбора (рис. 4).

Протяжение склона бывает довольно различным, причем, чем гуще расчленена местность гидрографической сетью, тем короче склоны. Если определять протяжение склона по линии наибольшего его падения или по так называемой линии тока (по направлению которой обычно стекают струйки воды по склону в гидрографическую сеть) и измерять это протяжение от какого-либо пункта гидрографической сети до водораздельной линии, то для одинаково экспонированного склона определенного звена сети получаются обычно довольно близкие величины. Эти величины изменяются в зависимости от густоты расчленения территории гидрографической сетью и колеблются в пределах от 300 м (густо рассеченные районы) до 1000 м (слабо рассеченный районы). По этому каждую территорию можно представить, как бы состоящей из ря-

¹Река Зуша – приток Оки; р. Красивая Меча – приток Дона.

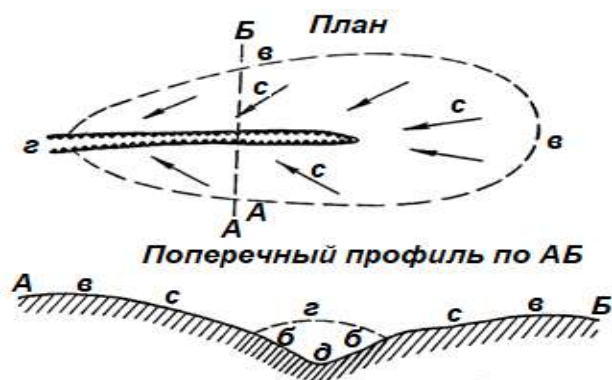


Рис. 4. Элементы водосбора:
 вв – водораздельная линия водосбора лощины; с – склоны (падающие к сети); г – элемент гидрографической сети (лощина); б – берега сети; д – дно сети

да элементарных небольшой длины участков склона между водораздельной линией и прилегающим звеном гидрографической сети, связанных с отрезком этой сети. Эти отрезки сети, в свою очередь, представлены углублениями, имеющими дно с двумя боковыми откосами, называемыми берегами (см. рис. 4).

На фоне этих основных элементов водосбора проходят все первичные процессы стока и связанные с ними про-

цессы эрозии; от формы, протяжения и внутреннего строения указанных выше элементарных отрезков склонов и сети зависят характер и интенсивность развития процесса эрозии в пределах данного водосбора. Такое расчленение территории значительно облегчает изучение процесса эрозии, позволяя познание территориальных условий его развития свести к изучению особенностей внешнего и внутреннего строения вышеуказанных элементов соответствующей территории. Кроме того, это же изучение строения микроэлементов территории позволит легче подойти и к установлению генезиса рельефа и тех факторов, которые определяют его изменения в различных эродированных зонах СССР.

Переходя к изложению этого предмета, следует отметить, что для познания строения территории большой материал нам дают глубоко расчлененные территории Русской равнины. Многочисленные существующие на ней размыты являются прекрасными естественными разрезами, обнажающими на большую глубину все породы, слагающие склон и гидрографическую сеть, нередко почти до водораздельной линии.

На основании изучения таких обнажений в настоящее время представилась возможность составить довольно ясную картину условий формирования склонов различного профиля, связав его с составом коренных пород, слагающих данную местность¹.

¹Ниже приводимые положения в большей своей части базируются на материалах наших многолетних полевых эрозионных обследований в различных районах европейской части СССР. Описание всех фактических материалов, профилей, зарисовок рельефа, разрезов и пр. отнять бы у нас много места, почему мы здесь, опуская все такие подробности, даем лишь одни выводы, дополняя их, где это особенно необходимо, приложением наиболее характерных разрезов из различных мест Русской равнины.

СХЕМЫ СТРОЕНИЯ ТЕРРИТОРИИ

Если мы сделаем вертикальный разрез от какой-либо точки берега гидрографической сети через прилегающий склон по линии тока до водораздела и отсюда вниз, по той же линии тока соседнего склона до бровки гидрографической сети и далее по противоположному склону до водораздела, то в большинстве случаев мы увидим одну и ту же, можно сказать трафаретную картину. Глубокая выемка (рис. 5) в коренных породах, слагающих склон, прикрыта с поверхности плащом рыхлой, в большинстве случаев суглинистой породы, утолщающейся обычно к гидрографической сети. Порода эту, тесно связанную с глубокой выемкой в коренных породах, мы будем в дальнейшем именовать покровной породой, в отличие от коренной, падение слоев которой не имеет связи с указанным выше углублением и падением склонов к гидрографической сети.

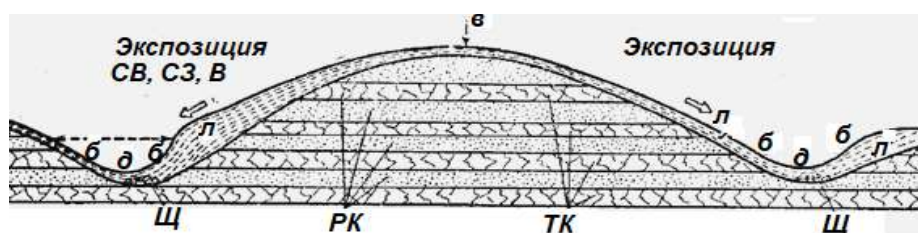


Рис. 5. Строение склонов и прилегающих звеньев сети:

в – водораздел; *бдб* – лощина (звено гидрографической сети); *л* – покровная порода; *РК* – рыхлая песчаная или песчано-глинистая коренная порода; *ТК* – твердая коренная порода; *Щ* – куски щебня и щебень твердой коренной породы

Если коренная порода, слагающая склон, будет включать в себя какие-либо твердые каменистые слои, между коренной и покровной породами на участках, прилегающих к гидрографической сети (равно как и на этой последней), обычно будет встречаться различная по мощности прослойка щебня или гравия тех каменистых слоев, которые имеются в толще коренной породы в вышележащем водосборе.

Рассматривая в отдельности профиль коренной породы в указанной естественной выемке (рис. 6) (такой профиль в дальнейшем мы будем именовать первичным профилем склона) совместно с другими аналогичными профилями, проведенными в ту и другую сторону от него по тем же линиям тока, мы в большинстве случаев при однообразном составе самой коренной породы увидим (рис. 6, 7) круто-

волнистую, а иногда почти зубчатую поверхность, более крутые отрезки которой обычно обращены на юг, юго-восток, юго-запад, а пологие – на север, северо-запад, северо-восток и восток.

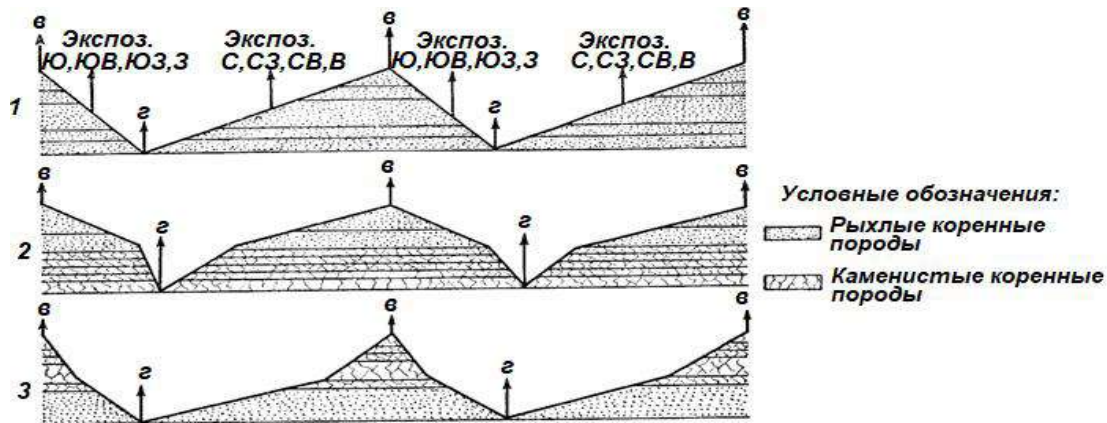


Рис. 6. Схема строения первичных склонов при различном сочетании рыхлых и твердых коренных пород:

1 – строение склонов при наличии сплошь рыхлых коренных пород; 2 – строение склонов, в верхней части состоящих из рыхлых, в нижней – из твердых коренных пород; 3 – строение склонов, в верхней части состоящих из твердых, в нижней – из рыхлых коренных пород; в – водораздел; г – ось гидрографической сети

При различном составе коренных пород, слагающих данный склон, крутизна профиля первичного склона на отдельных участках резко меняется в зависимости от стратиграфического соотношения твердых и рыхлых пород в общей свите пород, слагающих склон.

При залегании рыхлых пород выше твердых (рис. см. 6, 2) верхние участки профиля бывают более пологими, нижние более крутыми; при залегании же рыхлых пород под твердыми получается обратная картина – верхние отрезки первичного профиля бывают более крутыми, нижние – более пологими (см. рис. 6, 3).

Поперечный профиль первичных склонов при однообразном (по рыхлости) составе всей толщи коренных пород может, в свою очередь, изменяться в зависимости от местонахождения склона в том или ином звене гидрографической сети. В верхних звеньях сети, имеющих меньшую водосборную площадь и меньшую величину падения склонов, первичные склоны в большинстве случаев отличаются более пологим профилем. В более низких звеньях, где общая величина падения склонов увеличивается, первичный профиль бывает более резко выраженным. Слабо выраженному общему рельефу местности соот-

ветствуют менее резкие контуры первичных склонов; резко выраженному глубоко расчлененному рельефу соответствуют более резкие и глубокие контуры первичных склонов.

Таким образом, основной профиль территории, профиль гидрографической сети и склонов, отражается почти полностью в контуре первичных склонов в той же территории. Это отражение можно видеть не только на общем контуре всей территории, но и на всех ее деталях, связанных с отдельными звеньями сети.

СОСТАВ И УСЛОВИЯ ЗАЛЕГАНИЯ ПОКРОВНОЙ ПОРОДЫ

Что представляет собой покровная порода и какие закономерности наблюдаются в условиях ее залегания? В пределах глубоко расчлененных территорий лесостепной и степной зон европейской части СССР, где больше всего представлялось возможности по многочисленным полным обнажениям покровной породы проследить условия ее залегания в различных элементах склона, получают такие соотношения. Прежде всего следует отметить, что покровная порода в различных местностях имеет различный характер: в одних случаях это будет типичный, светло-желтый лёсс, в других – лёссовидный темно-желтый суглинок или просто суглинок, а иногда и светло-серая мергелистая глина или даже почти белый мергель (реже песок)¹.

Встречающиеся в этой породе прослойки более крупнозернистой породы (песка, гравия, щебня, а иногда и крупного обломочного материала, равно как и наблюдаемые в нем нередко гумусовые слои, погребенные почвы или иллювиальные горизонты) неизменно имеют падение вдоль склона к ближайшему звену сети, указывая этим на тесную связь отложения покровной породы на склоне с дном прилегающего звена гидрографической сети, являвшимся базисом этих отложений. На это также указывает факт утолщения слоев этой породы в том же направлении. Общая мощность плаща покровной породы на склоне данного звена гидрографической сети при прочих равных условиях зависит от крутизны и петрографического состава первичного склона в этом же звене.

В отношении влияния крутизны имеют место такие соотношения:

1) чем круче склон, тем меньше на нем вообще отлагается по-

¹Преимущественно в речных долинах.

кровной породы и тем неравномернее отложение ее на отдельных частях склона; больше ее отлагается в подножье склона, меньше на верхних его частях;

2) в одном и том же звене, в тех его местах, где первичные склоны солнечных экспозиций имеют большую, чем на теневых склонах, крутизну, покровный плащ на солнечных склонах развит меньше, чем на теневых.¹ В районах с более глубоко расчлененным рельефом эта разница от экспозиции проявляется резче как в отношении общей мощности покровного плаща, так и в отношении распределения его по отдельным частям склона. Примером могут служить почти все районы Среднерусской возвышенности от северных ее участков (Орловская, Тульская области) до южных (Сталинградская область). Здесь асимметрия в мощности покровной породы на солнечных и теневых склонах и берегах гидрографической сети всегда почти усиливается по мере перехода от верхних звеньев сети (ложбин и лощин) к нижним (лощино-суходолам и суходолам). Асимметрия в суходолах нередко достигает таких форм, когда на солнечных берегах совершенно отсутствует покровная порода, а на противоположном теневом берегу она оказывается сгруженной мощным пластом у подножья.

Значение петрографического состава коренной породы для развития покровной породы проявляется в следующем.

1. Чем больше в составе коренных пород первичного склона рыхлых песчано-глинистых пород, тем, при прочих равных условиях, более мощный бывает на нем плащ покровной породы (рис. 7, А), и, наоборот, чем больше коренная порода склона состоит из твердых пород, тем меньше на этом склоне мощность плаща покровной породы. Особенно резко снижается мощность покровной породы при наличии в коренной толще большего числа слоев из трудно выветривающихся пород (песчаников, кварцитов, кремнистых опок, глинистых сланцев, доломитов, доломитизированных известняков и т. п.).

В связи с этим при распределении общей толщи коренных пород на две резкие по рыхлости группы профиль склона получает различную форму в зависимости от того, в верхней или нижней части будут расположены рыхлые покровообразующие породы. При залегании рыхлых пород над твердыми, при прочих равных условиях, мощность покровной породы или бывает равномерной (рис. 7, Б) или сосредоточивается больше в верхней и средней части склона (см. рис. 65, 3). При залегании

¹О некоторых исключениях из этого общего правила будет указано ниже.

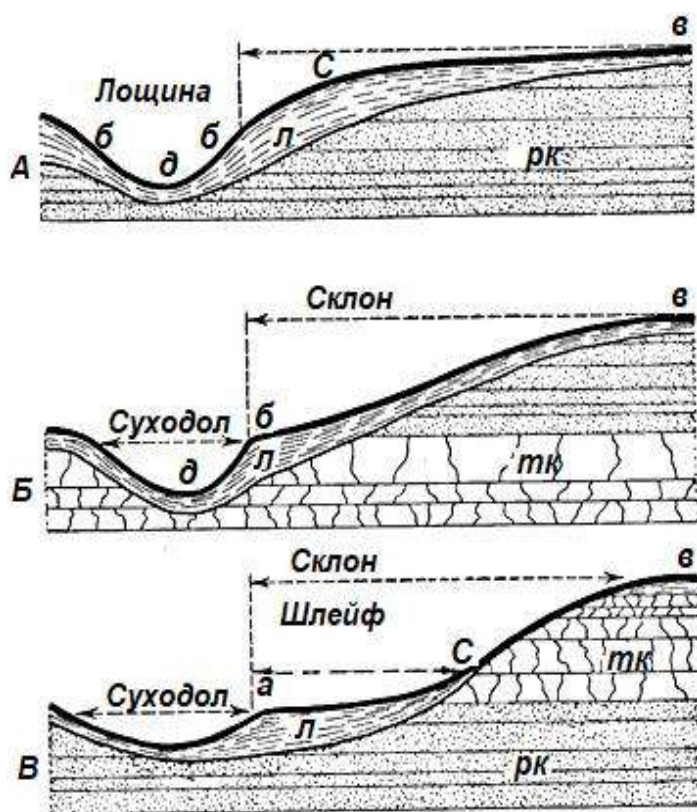


Рис. 7. Размещение покровной породы при различном стратиграфическом соотношении твердых и рыхлых пород и связанная с этим различная форма склонов:

A – выпуклая; *B* – прямая; *V* – вогнутая; *рк* – рыхлые (песчаные и песчаноглинистые) коренные породы; *тк* – твердые коренные породы (известняки, песчаники, мела); *л* – покровная (лессовая, лессовидная) порода; *в* – водораздел; *с* – склон; *бд* – берега гидрографической сети; *д* – дно; *ас* – шлейф в подножии склона

твердых пород над рыхлыми в верхней части покровная порода получает наименьшую мощность, нижняя же часть склона – наибольшую мощность, и общий профиль склона делается вогнутым в середине склона (рис. 7, *B*); такое различие в мощности покровной породы на верхней и нижней половинах склона делается еще более резко выраженным при увеличении общей крутизны склона.

Примером местностей с мощным развитием покровной породы при наличии рыхлых коренных пород могут служить районы правобережья средних течений рек Десны и Днепра (на Украине), центральная лесостепь в районе развития песчано-глинистых, меловых, юрских и каменноугольных отложений, районы верховья рек Оки и Дона. Примером весьма слабого развития покровного плаща при наличии твердых пород могут служить районы выходов верхнего мела в Воронежской и Курской областях, на правобережье среднего течения реки Волги (в полосе мощных выходов меловых и мелоподобных пород) и особенно возвышенные районы Центрального Донбасса, сложенного из мощной свиты твердых пород каменноугольной системы. Здесь покровный плащ совершенно почти сходит на нет, сосредоточиваясь иногда лишь небольшой линзой у подножья теневого склона.

2. Химический состав коренной породы отражается на общем составе покровной породы; чем больше в коренной породе песчаных слоев, тем более богатой бывает покровная порода кремнезёмистыми веществами, а чем больше в коренной породе известковых слоев, тем больше карбонатов бывает и в покровной породе на участках, расположенных ниже уровня известняка. На участках склона, сложенных из мела, мелоподобных мергелей или мергелистых опок, покровная порода часто бывает сплошь представлена мергелем. С таким именно составом покровной породы могут быть почти все короткие лоцины, впадающие в глубокие речные долины и суходолы по правобережью среднего течения Дона около с. Калитвы и около станиц Клетской и Подгорской, а также крутые берега долин, сложенных из меловых пород.

В общем же в пределах описываемой нами территории химический состав покровной породы изменяется в сторону увеличения в ней карбонатов по мере перехода от северных районов к южным, в связи с чем, видимо, и стоит изменение в плотности и цвете покровных отложений, в более северных районах (например, в лесостепной зоне) покровная порода имеет в основном более плотный суглинистый характер, принимая в некоторых местах тип лёссовидного суглинка желтовато-бурого и темно-желтого цветов¹.

В более южных районах покровная порода чаще представлена типичным лёссом светло-желтого или палевого цвета, весьма богатым известью, дающим здесь характерные отвесные откосы в размывах и подмывах.

Механический состав покровной породы на более пологих склонах бывает во всей толще более однообразным и притом более мелким, чем на склонах более крутых, где он чаще имеет включения крупнозернистого материала. С этим стоит в связи и несколько более песчанистый механический состав покровных пород на солнечных склонах, обладающих обычно большей крутизной по сравнению с теньвыми склонами.

На границе между покровной и коренной породами в тех местностях, где последняя включает в себе слои твердых грунтов, наблюдается обычно прослойка (различной мощности) крупнозернистого или щебенистого наноса из окатанных или угловатых кусков твердой породы, такого же состава, как и твердые породы на окружающих склонах. Толщина этой прослойки увеличивается обычно от верхних точек склона к нижним, достигая наибольшей величины в пунктах,

¹О некоторых других характерных по цвету и составу слоях покровной породы, относящихся к особой группе покровных отложений, будет сказано ниже.

соответствующих дну гидрографической сети. В таких пониженных местах мощность щебенистых наносов, подстилающих покровную породу, бывает тем больше, чем круче прилегающие вышележащие склоны и чем больше в составе коренной породы твердых, каменистых слоев. Нередко этими включениями пронизываются и вышележащие слои самой покровной породы, принимающей в таких случаях подобие ледниковой морены, где обычно в рыхлую глинистую толщу вкрапливаются куски камня и щебня.

Рассматривая в целом форму и внутреннее строение склонов и гидрографической сети, создающих основной контур (рельеф) данной территории, можно на основании всего вышесказанного прийти к следующим заключениям об условиях формирования этой территории.

1. Расчленение всей территории на сеть связанных друг с другом больших размеров водоотводящих углублений, прорезающих толщу коренных пород, ясно говорит о формировании этой сети под воздействием размывающей силы громадного водного потока, имевшего возможность прорыть в коренных породах грандиозные водоотводящие желоба. Эти желоба прорыты глубиной, судя по превышению высших точек водораздельных линий над близлежащими пунктами гидрографической сети (см. рис. 5), до 30 м и более и шириной по верху (судя по протяжению склонов по линии тока) до 1000 м, и притом прорыты они не только в рыхлых, но и в твердых каменистых породах (известняках, мелах, доломитах, гранитах)¹.

2. Увеличение мощности покровной породы от верхней части склона к близлежащему (по линии тока) звену сети, падение в том же направлении всех встречающихся в толще этой породы крупнозернистых прослоек и гумусовых слоев, зависимость мощности породы и ее состава от петрографического состава коренной породы соответствующего склона, различная мощность породы на склонах различной крутизны и зависимость этой мощности от экспозиции указывают на генетическую связь покровной породы с коренной породой первичного склона и на формирование ее путем переноса водой выветрившихся частиц коренной породы с более верхних частей склона на нижние. В противоположность формированию первичных углубле-

¹На участие в процессе формирования первичных склонов большой переносимой силы воды указывает также присутствие под покровной породой на поверхности первичного склона и по первичному днису щебенистого и каменистого наноса в таких местах, где ныне совершенно не имеется никаких признаков современной эрозии.

ний, где действовали бурно стекающие воды большой мощности, здесь в образовании покровной породы участвовали лишь слабые потоки затухающей водной энергии.

3. Залегание покровной породы на поверхности первичных склонов всюду по водосборной площади, от самых верхних звеньев сети до нижних, говорит ясно о том, что эта порода образовалась лишь после размыва коренной породы и после сформирования первичной водоотводящей сети.

4. Прорезывание первичной водоотводящей сетью всех решительно коренных пород вплоть до самых верхних ярусов третичной системы (а в местах существования северо-скандинавского ледника иногда и вплоть до коренных его отложений, залегающих нередко в приводораздельных участках) указывает на то, что формирование гидрографической сети должно быть отнесено к эпохе, следовавшей лишь за концом третичного периода¹.

То, что формирование гидрографической сети и падающих к ней склонов совершалось не в современную, а в послетретичную эпоху и притом под влиянием такого мощного водного потока, который ныне уже не имеет места, видно также из следующих фактов:

а) большая глубина расчленения толщи коренных пород (часто весьма твердых и каменистых), свидетельствующая о громадных водных потоках, участвовавших при этом процессе, и наблюдаемая притом даже и в сплошь облесенных водосборах, где отсутствуют ныне всякие следы какой-либо заметной современной эрозии; б) наличие покровной суглинистой или лёссовой породы, обнаруживающей (по своим включениям крупнозернистых и гумусовых слоев) неизменное падение к оси близлежащего звена гидрографической сети, породы, нигде в настоящее время в данной местности не образующейся и относимой к послетретичным отложениям; в) нахождение в толще покровной породы и в торфяных залежах по дну гидрографической сети остатков послетретичных, ныне вымерших, животных (мамонта, носорога); г) наличие на склонах, берегах и дне гидрографической сети полноразвитой почвы, покрытой во многих местах вековым лесом и мощным травяным покровом.

¹За это говорят и геологические разрезы глубоких бурений, проведенных в различных местностях центрально-лесостепной зоны РСФСР и Украины в связи с изучением магнитных аномалий. Эти разрезы указывают на то, что слои коренной породы, вплоть до верхнетретичных, не имеют никакой связи даже с весьма глубокими долинами, следуя общему наклону, не отражающему нигде эти долины (Щеголев «Проблемы советской геологии» № 10, 1937 г.).

СТАДИИ РАЗВИТИЯ ДРЕВНЕЙ ПОСЛЕТРЕТИЧНОЙ ЭРОЗИИ

Попытаемся теперь обрисовать, как мог протекать на территории нашей страны послетретичный процесс эрозии, создавший существующий рельеф лесостепной и степной зоны.

В послетретичный период, предшествовавший современной исторической эпохе, большая часть европейской территории СССР была занята великим скандинавским ледником, надвигавшимся в тот период несколько раз на эту территорию и своими наиболее длинными двумя отрогами доходившим почти до Черного и Каспийского морей.

Как показывают соответствующие вычисления¹, мощность ледникового покрова в этот период доходила в некоторых местах нашей территории до колоссальных размеров, исчисляемых, например, для широты Ленинграда в 4,5 км, а для широты Москвы 1,5-2 км; и даже на юге, на окраинах ледника, мощность его была 0,2-0,3 км. Вся эта толика льда при своем отступлении в период таяния давала огромную массу талых вод, несравнимую ни в коей степени с расходом современных водных потоков, образующихся в настоящее время в тех же местностях в период весеннего снеготаяния и во время ливней. Громадные водные потоки, стекая с возвышенных участков территории в пониженные места, должны были тогда производить грандиозные эрозионные разрушения, создавая огромных размеров первичные желоба стока.

Вместе с тем надо отметить, что и те сравнительно меньших размеров участки территории, характеризующиеся большими абсолютными высотами, которые обогнул северный скандинавский ледник, не могли оставаться без гидрологического влияния на них соседства колоссального ледникового массива.

Некоторые факты и сопоставления говорят о том, что и на площадях, лишенных сплошного покрова скандинавского ледника, существовали в тот период, хотя может быть и менее мощные (чем скандинавские), но все же достаточно большие местные водные скопления (вероятно, снежные, а может быть, даже и ледниковые). Эти скопления также давали при своем таянии значительную массу стекающих вод, производивших большие эрозионные разрушения.

Наглядными доказательствами этого могут служить почти одинаковый размер и форма гидрографической сети, существующей на тер-

¹П. Тутковский. Несколько замечаний о ледниковой эпохе. Ежегодник по геологии и минералогии России, т. III, 1898-1899 гг.

ритории, бывшей и не бывшей под покровом скандинавского ледника, а также одинаковая структура, мощность и даже состав покровных послетретичных пород как в той, так и в другой части территории. Поэтому можно сказать, что вся описываемая нами территория лесостепной и степной зон европейской части СССР в послетретичный период являлась ареной грандиозной разрушительной деятельности водных потоков, прорезывавших себе в коренной породе пути стока и пути переноса, смывавшегося с окружающих площадей грунта и создававших этим в той же коренной породе наклоненные к протоку склоны.

На основании указанного строения первичных склонов и его покровных отложений можно полагать, что эрозионный цикл в послетретичную эпоху проходил в основном следующие три стадии (рис. 8):

1) стадию размыва, выразившуюся в углублении первичных протоков. Она проходила одновременно с более усиленным подмывом

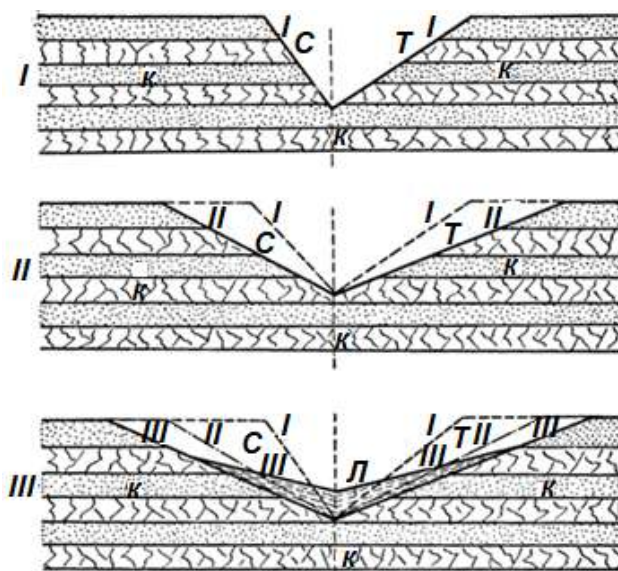


Рис. 8. Стадии эрозионного цикла:

к – коренная порода; л – покровная (лессовая, лессовидная) порода; I, II, III – профили соответствующих стадий: к – коренная порода; Л – покровная (лессовая, лессовидная) порода; Т – теневой склон; С – солнечный склон

солнечного откоса¹ как по поверхности, более иссушаемой, более выветриваемой и поэтому более податливой обрушению² (см. рис. 8, I);

2) стадию бокового смыва (см. рис. 8, II) и мелкоструйчатого размыва откосов первичного протока, проявляющуюся в удалении (срезывании) коренного грунта окружающей (первичный проток) площади, завершившегося формированием падающих к дну протока склонов первичного углубления;

3) стадию намыва (см. рис. 8, III) выветрившихся частиц коренной породы с верхних участков склона к нижним,

¹К солнечным откосам относятся откосы, обращенные на юг, юго-восток, юго-запад и запад.

²На это указывают исследования профилей концевых ветвей гидрографической сети и профилей современных размывов, и в том и другом случае покрытых плащом покровной породы.

закончившуюся образованием покровной породы на склоне первичного углубления.

Первые две стадии могли идти одновременно, третья должна была проходить лишь после окончания двух первых и являлась как бы завершающей стадией эрозионного цикла.

Общей отличительной особенностью всех указанных стадий послетретичного эрозионного цикла являлось то, что все они должны были проходить всюду в условиях полного или почти полного отсутствия на эродируемой территории растительности.

В самом деле, теперь достаточно хорошо известно, что при наличии не только на пологой, но даже и на крутой поверхности густого травяного покрова, вода не может вызвать смыва почвенных частиц; точно так же и размыв может усиленно проходить лишь на поверхности, лишенной растительности; на поверхности, покрытой растительностью (особенно же лесной), не только ослабляется, но даже часто совсем прекращается сток поверхностных вод.

Вода тающего снега и дождей, выпадающих на лесную площадь, усиленно поглощается почво-грунтом, сплошь обычно испещренным водопротягивающими ходами от отмерших корней деревьев. Часть этой воды, которая не будет поглощена почво-грунтом, должна будет долгое время соприкасаться с поверхностью, не будучи в состоянии сколько-нибудь быстро продвинуться вниз по уклону поверхности; причем и на этом своем пути она постоянно будет задерживаться густыми сплетениями лесного войлока и подстилки. Если какой-либо сток такой воды и мог бы образоваться на поверхности, покрытой лесом, всегда здесь водные потоки должны будут на каждом шагу стеблями кустарников и трав распыляться на мелкие струйки, в силу чего будет происходить уменьшение скорости течения воды. При пониженной же скорости воды должно усиливаться ее поглощение почво-грунтом и уменьшаться сток. Помимо всего этого, вода при проходе мелкими струйками по поверхности, покрытой растительностью, изолируется от непосредственного соприкосновения с почвой и тем самым не имеет возможности вызывать ее смыв.

Состав всех основных покровных отложений послетретичной эпохи на склонах, представленных, главным образом, суглинистым грунтом, говорит и за то, что даже в период отложения этих покровных пород, т. е. даже в период затухающей деятельности поверхност-

ных послетретичных вод, растительный покров почти отсутствовал. При наличии на поверхности почвы и растительности при смыве продуктами отложения могли быть гумусированные или растительные грунты, но отнюдь не суглинки и лёссы¹.

Если же в толще покровных пород иногда и встречаются гумусированные прослойки, то таковые представляют обычно или погребенные почвы, или иллювиальные горизонты, являющиеся следствием почвообразовательных процессов. Такое наличие в толще покровной породы погребенной почвы является лишь признаком временной остановки аккумуляционного процесса – процесса намыва покровной породы, когда могло иметь место расселение растительности по обнаженной поверхности покровных отложений и развитие на ней почвообразовательных процессов; последние же могли продолжаться до момента нового возобновления намыва покровной породы, когда растительность снова должна была исчезнуть.

Таким образом, резко выраженный контур первичных протоков и склонов, создавшийся в первые две стадии эрозионного цикла, когда имела место грандиозная разрушительная работа послетретичных вод, так же как и состав покровных отложений, формировавшихся в период затухания послетретичного эрозионного процесса, является доказательством того, что послетретичный цикл эрозии проходил на фоне обнаженной, лишенной растительности поверхности.

В зависимости от мощности водного потока в той или иной местности и характера его развития, от быстроты таяния ледников и снежных скоплений, указанные выше три стадии эрозионного цикла в различных местностях, могли быть выражены неодинаково.

На территории с небольшими разностями высот высших и низших пунктов ее водосбора и при одинаковом составе коренных пород, слагавших такую территорию, сток талых вод проходил более длительный промежуток времени и равномерно; указанные три стадии эрозионного цикла могли развиваться достаточно полно и по всей площади; в таких случаях получался нормальный тип расчленения территории с гидрографической сетью, имеющей в плане вид равномерно разветвленного ствола дерева (рис. 9, Б, 10, 11) с некрутыми сглаженными склонами и с достаточно полно выраженным плащом покровных пород (см. рис. 7, Л).

¹Переход гумусированного слоя почвы снова в невыветрившуюся подпочву (суглинков или лесс) пока никем и нигде не констатирован, да и вообще он немислим.

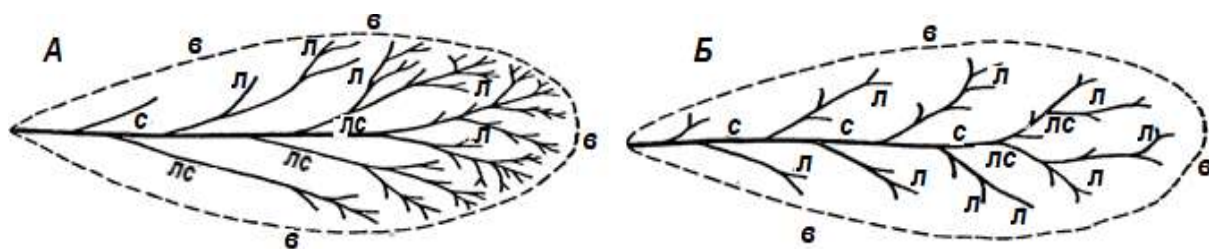


Рис. 9. Тип расчленения территории гидрографической сетью:
 А – гористый; Б – нормальный: *вв* – водораздельная линия водосбора суходола; *сс* – суходольное звено сети; *лл* – лощины; *лс* – ложино-суходолы

Рис. 10. Схема развития первой и второй стадии эрозионного цикла:

I, II, III – различные этапы развития территории; *к* – коренная порода; *сн* – снежные и ледниковые скопления

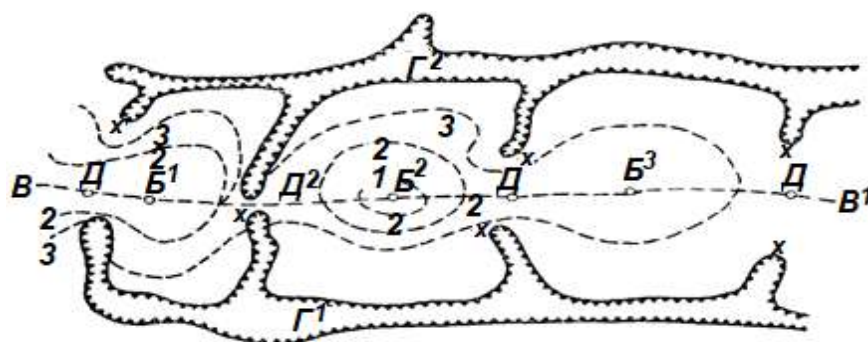
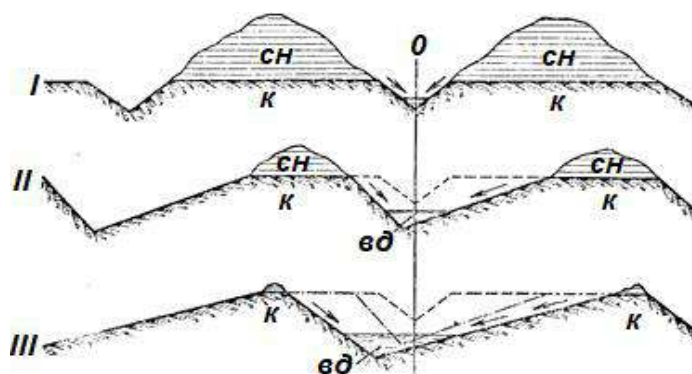


Рис. 11 Схема расчленения территории в эродированных районах:
Г¹, Г² – соседние гидрографические стволы; *ВВ¹* – водораздельная линия двух соседних стволов; *Б¹Б²* – водораздельные бугры; *Б³* – неполно выраженный водораздельный бугор (расплывчатая горизонталь); *ДД* – днища водораздельных седловин; *Д²* – анастомоз ложино-звеньев; *х* – вершины (хвосты) ложин; *1, 2, 3* – горизонтали

Если же таяние тех же водных запасов проходило на территории с большими разностями высших и низших точек путей стока и при значительной сближенности их друг с другом, то в таких случаях наиболее интенсивно развивалась первая стадия эрозионного цикла (усиленный размыв и углубление водоотводящей гидрографической сети).

Вторая стадия (срезывание откосов) могла при наличии твердых пород отставать от первой, в силу чего боковое ветвление опережало боковое сглаживание и имело место образование глубокой, сильно ветвящейся гидрографической сети.

Что же касается третьей стадии эрозионного цикла – намыва покровной породы, то таковая в силу глубокого расчленения и создания крутых поверхностей могла полностью развиваться лишь в наиболее подходящих для этого участках – в концевых частях сети и на теневых, более пологих склонах. Крутые части склонов должны были оставаться или лишенными покровной породы, или лишь местами быть ею перекрыты.

При залегании рыхлых пород поверх твердых получался тип расчленения с густой и глубокой сетью в низинных частях водосбора гидрографического ствола и более редкий и сглаженный – в верхних частях. При залегании твердых пород поверх рыхлых формировался тип гористого расчленения территории, с густой и глубокой сетью в верхней части водосбора и редкой сглаженной сетью в нижней (см. рис. 9, А).

Рассмотрим теперь несколько подробнее возможный ход развития отдельных стадий эрозионного цикла.

Первая стадия эрозионного цикла выражалась в размыве коренного грунта и образовании глубоких первичных желобов стока.

Обычно такой процесс размыва представляют в виде образования глубоких впадин (рвов, промоин) с симметричными по крутизне откосами. На самом же деле, наблюдения над современными размывами, равно как и изучение разрезов древних размывов, заполненных послетретичными покровными отложениями, обнаруживают несколько иной ход развития в природной обстановке размыва коренной породы.

Форма поперечного профиля размыва с симметричными по крутизне откосами получается лишь в самые первые моменты развития размыва и сохраняется только у самой его вершины; но как только промоина достаточно углубилась и вершина достаточно отделилась от первоначального пункта размыва, в такой промоине начинают появляться неодинаковой крутизны откосы, обычно более крутые на солнечных экспозициях и более пологие на теневых, и чем больше экспозиция откоса приближается к южной, тем асимметрия делается резче (см. рис. 8, В).

Приуроченность крутых откосов к солнечным экспозициям говорит за то, что в данном случае процесс углубления первичного протока сопровождался усиленным боковым подмывом инсолируемого откоса как более иссушаемого и более податливого выветриванию. Теневой

откос, более увлажненный и менее выветриваемый, оказывал такому же подмыву значительно большее сопротивление. Во многих случаях этим обстоятельством может быть объяснена не только асимметрия крутизны берегов гидрографической сети (особенно же широтного направления), но и асимметрия крутизны и длины склонов различной экспозиции в одних и тех же пунктах сети. В большинстве случаев солнечные склоны бывают более крутыми и более укороченными, чем теневые склоны. Процесс послетретичного размыва поверхности шел до тех пор, пока

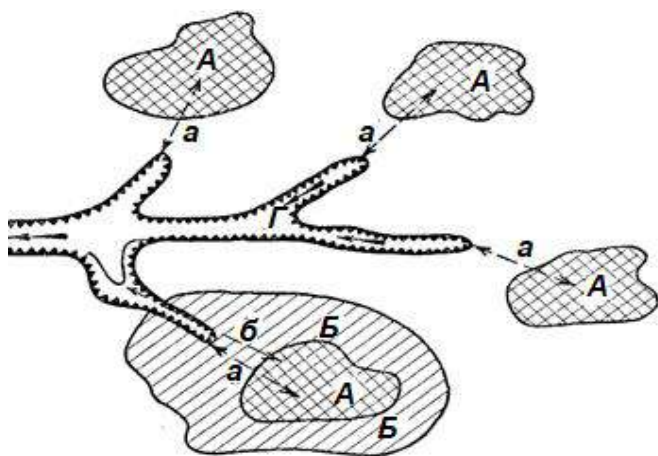


Рис. 12. Схема образования боковых ветвей сети в местах избыточного водосбора и избыточных водных скоплений:

A – площадь водосбора, дающая предельный запас вод для завершения первичного размыва; *B* – площадь водосбора, дающая запас стекающих вод, превышающий предельный запас для первичного размыва на величину, равную $B-A$; *Г* – гидрографическая сеть; *a* – расстояние вершины первичного размыва от центра водосборной площади *A*; *б* – расстояние от вершины растущего первичного размыва до центра водосборной площади *B*

вой разности высот высших и низших точек пути тока (или глубине базиса эрозии) и при одном и том же составе коренной породы рост как основной промоины, так и всех ее разветвлений должен был нормально прекратиться примерно на одном и том же расстоянии от водораздельной линии (см. рис. 12, *A*).

стекающая водная масса тающего ледника или большого местного снежного скопления не снижалась до таких размеров, при которых ее размывающая сила уже не в состоянии была преодолеть сопротивление грунта в месте протока. В такой момент немедленно заканчивался как глубинный, так и линейный рост размыва. При развитии же какого-либо ствола сети в местах проявления избыточной водной энергии происходило или ветвление, или образование боковых ветвей, связанное с большим подтоком в такие места поверхностных вод (рис. 12).

При одинаковой на данной территории мощности и состоянии снежных или ледниковых скоплений, одинаковой

В том случае, если мощность водных скоплений оказывалась у какого-либо участка ствола больше нормальной, то здесь неминуемо образовывавшийся боковой отрог промоины должен был развиваться до тех пор, пока вершина его не достигла бы (того же, что и в первом случае) предельного расстояния от водораздела.

Развитие промоины только в длину без боковых ветвлений будет поэтому иметь место преимущественно в том случае, когда главная водная масса, эродирующая территорию, будет располагаться выше вершины промоины, а по бокам ее или совершенно будет отсутствовать водный запас, или же размер его будет меньше того, какой требуется (при данной глубине базиса эрозии и составе грунта) для развития здесь бокового размыва.

Если от какого-либо водного массива (снежного или ледникового), расположенного на более или менее ровной площади, водные потоки стекают по различным направлениям, то несомненно, что образуемые этими потоками первичные промоины будут приближаться к водному массиву до тех пор, пока объем последнего не снизится до таких размеров, при которых энергия стекающей воды не в состоянии будет преодолевать сопротивление коренной породы размыву. При одинаковых мощностях водного массива, глубине базиса эрозии и составе грунта (что для небольшой территории всегда будет иметь место) вершины всех расходящихся в различные стороны первичных промоин должны будут прекратить свой рост примерно на одном и том же расстоянии от центра

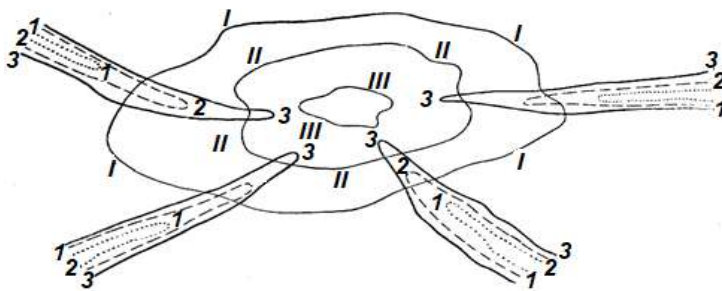


Рис. 13. Схема роста первичных размывов в зависимости от расстояния их вершин от центра питающего водного массива:

I, II, III – границы массивов снежных и ледниковых скоплений (питающих размыв) в различных стадиях их таяния; *1, 2, 3* – границы первичных размывов при различном состоянии питающих их водных массивов

же расстоянии от центра данного массива (рис. 13). Поэтому водосборные площади вершин первичных промоин в коренной породе на такой небольшой территории будут представлять примерно равные величины, а расстояние от вершин промоин до водораздельной линии будет величиной более или менее постоянной.

Такое предположение подтверждается данными

непосредственных измерений, проведенных Новосильской агролесомелиоративной опытной станцией для окружающего ее района. Здесь водосборные площади вершин лощин на территориях с резко выраженным рельефом колеблются в очень близких пределах – от 10 до 15 га. Для глубокорасчлененного правобережья Волги между городами Камышином и Сталинградом, как, например, по водосбору р. Пролейки, водосборная площадь вершин лощин в верховье водосбора мелких речек, впадающих в Волгу, колеблется также в пределах 20-35 га, а в низовье водосбора где рельеф наиболее резко выражен, от 4 до 6 га.

Но как бы ни были мощны запасы ледниковых и снежных вод послетретичной эпохи, развивающихся за счет их стока, размыв и расчленение поверхности не могли протекать долго. С того момента, как от водного массива определились основные пути стока поверхностных вод и наметились основные водоотводящие желоба, представленные главными стволами гидрографической сети, рост и разветвление этой сети должны были неизбежно ослабевать.

Размер водного (ледникового или снежного) массива при равных условиях глубины базиса эрозии и состава коронных пород мог влиять здесь лишь в отношении формирования сети различной густоты. С каждым дальнейшим разветвлением сети площадь питания стекающих вод делалась все меньшей и меньшей, и наряду с этим уменьшалась сила этих вод. В конце концов должен был наступить такой момент, когда площадь стока становилась такой малой, что дальнейший размыв сам собой должен был прекратиться из-за недостатка стекающих вод.

Отмечая это обстоятельство, нельзя не обратить внимания на некоторые упрощенные трактовки, нередко встречающиеся в геологической литературе в отношении возможности (без указания соответствующих условий) пересечения промоиной своего же водораздела и соединения ее с аналогичными промоинами соседнего гидрографического ствола с последующим перехватом стекающей воды, ранее направлявшейся в этот соседний гидрографический ствол.

Подобное явление анастомоза (см. рис. 11, D^2) – сближения вершин соседних стволов водоотводящей (гидрографической) сети действительно нередко встречается в природе. Однако оно могло произойти только в тех случаях, когда около вершины одного из ближайших к водоразделу размывов (первичных промоин) могли существовать с одной или двух сторон большие водные массивы, которые давали бы питание значительному потоку воды к вершине размыва (рис. 14). При наличии таких массивов, расположенных на более вы-

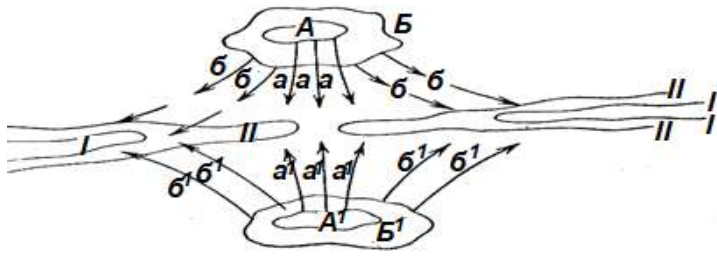


Рис. 14. Схема стока поверхностных вод с водораздельных бугров при анастомозе вершин первичных размывов:

$Б, Б^1$ – границы водных массивов на водораздельных буграх, питающих вершины соседних размывов, находящихся в первой стадии цикла эрозии; $А, А^1$ – границы водных массивов, питающих вершины соседних размывов во второй стадии цикла эрозии, близкой к анастомозу; $б, б, б$ – потоки поверхностных вод, подтекающих к вершине первичных размывов в первой стадии цикла эрозии; $а, а, а$ – потоки, подтекающие с водораздела к вершинам размывов во второй стадии цикла эрозии, близкой к анастомозу; I и II – вершины размывов

го подтока стекающих вод с более высоких площадей) процесс эрозии за пределами этих вершин проявляется обычно в виде второй его стадии (срезывания боковых откосов), заканчивающейся созданием в таких местах лишь водораздельной седловины, но не соединения вершин, как это было в предыдущем случае.

Наличие водораздельных седловин, зачастую довольно резких, представляет частое явление в глубоко расчлененных районах Русской равнины¹.

Перейдем теперь к рассмотрению хода развития третьей стадии эрозионного цикла – образованию покровной породы.

Главнейшими особенностями залегания, мощности и состава этой породы являются:

1) залегание покровной породы поверх всех коренных пород до третичных включительно и даже выше валунной глины;

¹В более редких случаях явление типичного анастомоза бывает обусловлено и другими причинами, к которым необходимо отнести повторные надвигания североскандинавского ледника на территорию и перепруживание им ранее того или иного участка гидрографической сети. Этим, повидимому, должно быть объяснено наличие глубокого анастомоза между долинами рек Шаты и Дона в их верховьях (у Иван-Озера), вызвавшего почти незаметный переход одного суходольного звена в такое же суходольное звено соседнего водосбора.

соком уровне, чем уровень сближенных вершин размывов, к последним может тогда подтекать с прилегающих сбоку бугров вода и вызывать дальнейший рост размывов вплоть до вершины около водораздела. Указанного рода условия могут встречаться, главным образом, в районах, глубоко расчлененных (и особенно гористых).

В слабо выраженном виде близкие к типичному анастомозу явления встречаются иногда и в более пологих, неглубоко расчлененных районах, но здесь при наличии тех же условий (наличие боково-

2) при одном и том же петрографическом составе коренных пород склона утолщение покровных пород от высших точек склона к низшим, идущее в более резком виде на склонах более крутых и менее резко на склонах пологих;

3) зависимость мощности покровной породы от крутизны данного склона (чем круче склон, тем тоньше покровная порода) и от рыхлости коренных пород склона (при рыхлых породах она мощнее, при твердых, трудно выветривающихся, тоньше);

4) зависимость общего химического состава от состава коренного грунта, а механического состава преимущественно от крутизны склона (большая крупнозернистость приурочивается к склонам более крутым);

5) залегание в переходном горизонте между покровными и коренными породами щебенистой прослойки тех твердых пород, которые находятся в толще коренных пород данного склона;

6) наличие в легкой суглинистой толще покровной породы гумусовых (или иллювиальных) слоев, неизменно падающих к оси близлежащего звена гидрографической сети;

7) наличие в толще покровной породы остатков вымерших животных послетретичного периода;

8) залегание почти всюду покровной породы на расчлененной поверхности коренных пород и очень редкое переслаивание ее на склонах со слоями крупнозернистого и щебенистого наноса – продуктов размыва коренных пород¹.

На основании сказанного можно сделать следующие заключения о генезисе покровной породы:

1) отложение покровной породы должно быть отнесено к послетретичной эпохе, к периоду конца формирования в толще коренной породы основной сети водоотводящих желобов;

2) материалом для ее образования являлись продукты выветривания коренной породы того склона, на котором она залегает;

3) в процессе ее отложения по склону участвовал исключительно водный агент в форме небольших, рассеянных по склону стекающих струй, переносивших почти исключительно мелкие продукты выветривания коренной породы с верхних частей склона в более пониженные².

¹Включение тонких прослоек наноса здесь не имеется в виду.

²Отложение покровной породы напоминает наблюдаемое в настоящее время образование после ливней и больших дождей шлейфов гумусированного грунта в подножье распаханного склона.

Участие ветрового агента в форме атмосферной пыли, приносимой ледниковыми фонами из других мест (Тутковский), здесь исключается, так как этому противоречат: а) увеличение мощности плаща покровной породы от водораздела к прилегающей сети вне зависимости от экспозиции склона; б) отсутствие покровной породы на высоких приводораздельных буграх¹; в) зависимость мощности породы от крутизны данного склона, от состава и твердости коренной породы; г) присутствие в толще породы мелких прослоек крупнозернистого материала и даже щебня, наклоненных, как и общий массив покровной породы, к оси ближайшего звена гидрографической сети.

В процессе отложения покровной породы в послетретичный период, видимо, участвовали не только воды тающих снежных и ледниковых скоплений, остававшихся на приводораздельных участках после прекращения роста размывов в коренной породе, но также и воды периодически выпадавших больших снежных осадков, способствовавших продолжительному отложению наносов по склону.

Доказательством этого служит довольно значительная во многих случаях мощность покровной породы, переслаивающейся нередко погребенными почвами², что указывает на некоторые перерывы в отложении покровной породы³, допускавшие возможность длительного заселения ее поверхности растительностью. После перерыва на том же склоне снова возобновлялись отложения покровной породы, что, возможно, было лишь при наличии какого-то нового водного явления, развивавшего свою деятельность в климатической обстановке, резко отличной от периода нахождения поверхности покровной породы под растительностью.

В период отложения покровной породы на склонах не должен был развиваться густой растительный покров, так как при наличии его вообще не мог бы проходить процесс смыва коренной породы с верхних частей склона. Кроме того, сама покровная порода не имела бы при таких условиях присущего ей всюду минерализованного состава, а представляла бы исключительно гумусированный грунт. Можно предполагать существование в этот период лишь редкой растительности, временно расселявшейся преимущественно в нижней половине склона. Здесь такая растительность могла отчасти способствовать кольматажу

¹На водораздельных седловинах и на склонах к ним покровная порода может находиться.

²Обычно таких погребенных гумусированных горизонтов насчитывается от одного до трех.

³Если полагать, что некоторые из таких прослоек являются иллювиальными горизонтами, то и это не противоречит наличию известного перерыва в отложении покровной породы.

(перехвату) несомого сверху выветрившегося коренного грунта. Эта растительность затем погибала под наносами, оставляя следы своего пребывания в виде находимых часто в покровной породе следов корневых ходов травянистой растительности¹. Однако, повторяем, эта растительность в период образования покровной породы не могла быть буйной, ибо тогда неминуемо должен был бы прекратиться процесс смыва и начаться почвообразовательный процесс.

С прекращением отложения покровной породы заканчивался полный цикл эрозии и наступал период эрозионного затишья.

ТРИ ЦИКЛА ПОСЛЕТРЕТИЧНОЙ ЭРОЗИИ

На основании изучения форм поверхности склонов и гидрографической сети, так же, как и условий отложения покровных пород, можно считать, что в истории послетретичного периода имели место три цикла эрозии, прерывавшиеся более или менее длительными промежуточными периодами эрозионного затишья. Эти отдельные эрозионные циклы однако не в одинаковой степени проходили все присущие им стадии развития: в одних случаях имели место все три стадии развития цикла (размыв, сглаживание откоса и намыв покровной породы), а в других преобладала лишь какая-либо одна из этих стадий. В некоторых циклах имели место и такие явления, когда какой-либо процесс, свойственный данной стадии, прерывался на некоторое время и сменялся периодом эрозионного затишья. Во время этого затишья поверхность покрывалась растительностью, которая затем снова исчезала, давая простор развитию прерванного эрозионного процесса.

Теперь перейдем к рассмотрению формы проявления этих отдельных циклов эрозии.

Первый цикл послетретичной эрозии

Первый цикл эрозии являлся основным и самым величественным эрозионным процессом послетретичной эпохи. Ему обязано все

¹Характерно, что чаще всего в покровной породе погребенные гумусовые горизонты встречаются в нижней части склона, в местах примыкания его к гидрографической сети, тогда как на самых высоких приводораздельных участках мы никогда их не встречали. Отсутствие их указывает на то, что на таких высоких участках не было подходящих условий для расселения и длительного пребывания растительности может быть благодаря более продолжительному лежанию здесь снежного покрова.

главнейшее расчленение Русской равнины прилегающих к ней склонов. Второй и третий циклы эрозии совершались уже в пределах, сформированных в период первого цикла путей стока. В период второго цикла происходило преимущественно удаление покровной породы первого цикла, некоторое сглаживание и углубление первичных склонов гидрографической сети (созданной в период первого цикла) и частичное удлинение последней. В период третьего цикла работа поверхностных вод сводилась, главным образом, к размыву донных покровных отложений гидрографической сети и к удлинению и разветвлению концевых звеньев сети; контуры же склонов, прилегающие к гидрографической сети, почти не затрагивались эрозией.

Внешние следы первого цикла эрозии сохранились в более значительных размерах, главным образом, в южной половине европейской части СССР, т. е. там, где водные запасы последующих двух циклов не были значительными (в силу более низкой широты местности) и поэтому не могли сколько-нибудь резко изменить контуры первого эрозионного цикла. В более же северных районах, где мощность водной энергии двух последующих циклов была более значительной, эти контуры первого цикла эрозии оказались полностью скрытыми под более мощными отложениями покровных пород второго цикла и потому они здесь редко где выходят на дневную поверхность.

К сохранившимся поверхностным контурам первой эрозии следует отнести следующие.

1. Все контуры поверхности склонов и дна лощин в местах прикрытия их уцелевшей от последующих эрозий покровной породой первого цикла, очень характерной по своему цвету и составу, обычно в виде красно-бурого или малинового суглинка. Объекты такого рода можно часто встретить по правобережью среднего и нижнего течения Волги, по правобережью Среднего Дона и Днепра.

2. Значительная часть поверхности крутых склонов, лишенных всякого рода покровных отложений и представляющих, по-видимому, остаток поверхности первичных (в коренной породе) склонов, уцелевших от первого цикла и незатронутых или мало затронутых первыми стадиями (размывами) последующих двух послетретичных циклов эрозии. Такими именно склонами первого цикла эрозии можно считать большую часть обнаженных или покрытых слабо развитой почвой каменистых и щебенистых склонов в прибрежной полосе пра-

вого берега среднего и нижнего течения Волги, меловые склоны правобережья среднего течения Дона и большую часть крутых склонов центрального Донбасса.

3. Глубокие, занесенные послетретичными песками и перекрытые покровной породой второго цикла вымоины, рассекающие существующие склоны поперек их падения и обнаруживаемые обычно при прохождении вдоль склона современного глубокого размыва.

На рисунке 15 показаны следы первого цикла эрозии на вертикальном разрезе через заполненное послетретичными песками эрозионное углубление, выработанное в коренной твердой породе (известняках) в период первого цикла эрозии в водосборе среднего течения реки Зуши в пределах Орловской области.

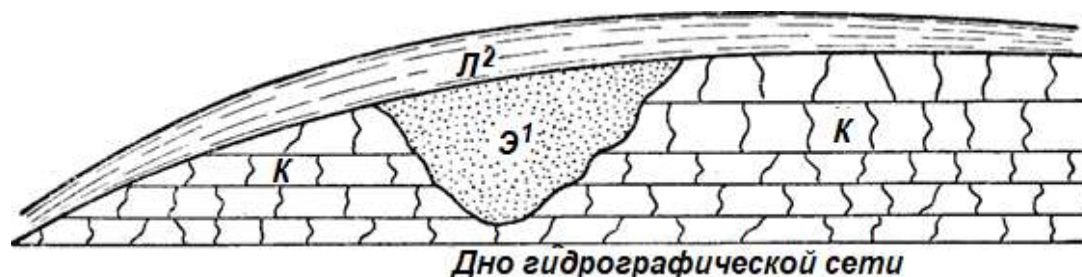


Рис. 15. Следы размыва первого цикла эрозии в стенках рвов, рассекающие склон:

\mathcal{E}^1 – послетретичные пески, заполняющие размыв первого цикла эрозии; \mathcal{L}^2 – покровные породы (темно-желтый лессовидный суглинок) второго цикла эрозии; K – коренная порода (девонские известняки) (водосбор среднего течения р. Зуши в пределах Орловской области)

Такие погребенные углубления первого цикла эрозии можно наблюдать в сильно эродированных районах правобережья Среднего течения Волги выше Куйбышева около с. Бехтяжки и г. Сенгиля, по правобережью Среднего течения Дона в районе станиц Калитвы и Клетской. Подобные же объекты часто встречаются и в эродированных районах верховья притоков Оки (по реке Зуши) и Дона (Красивая Меча). Следует, однако, отметить, что указанного рода погребенные углубления не имеют большего протяжения и быстро сливаются с современной гидрографической сетью, которая в таких случаях всегда являлась как бы ближайшим базисом эрозии этих углублений, дно кото-

рых поэтому нигде почти не спускается ниже уровня дна ближайшего звена гидрографической сети¹.

4. Отложение покровного красно-бурого или малинового су-глинка является наиболее характерным остатком первого цикла послетретичной эрозии.

Особенно часто можно встретить такую покровную породу в глубокорасчлененных районах степной зоны РСФСР и Украины, где имеется масса хороших обнажений ее, позволяющих достаточно полно выявить обособленность этой породы от покровных отложений последующего цикла и проследить условия залегания в различных элементах рельефа.

В наибольшем развитии покровную породу первого цикла эрозии можно встретить в центральной части степной зоны, особенно же в южных районах Воронежской области (район Богучара); на юго-востоке РСФСР, по правобережью и низовьям Дона и Волги, эта покровная порода также часто встречается, но уже небольшими линзами и слоями. В районе правобережья Днепра снова можно встретить значительные отложения, в некоторых местах не уступающие по мощности отложениям на юге Воронежской области.

Самостоятельность покровной породы первого цикла эрозии определяется с одной стороны ее специфическим составом, резко отличным от состава лежащей над ней покровной породы, второго цикла эрозии, а с другой стороны, и стратиграфическим соотношением этих двух покровных пород.

Характерным качественным признаком покровной породы первого цикла эрозии является ее специфическая красно-бурая, часто темно-малиновая или кирпично-красная окраска, резко отличная от темно- или светло-желтой окраски, типичной для покровной породы второго цикла эрозии; и что весьма интересно, бурая, малиновая или

¹Автору настоящей работы особенно часто приходилось в этом убеждаться на многочисленных случаях существования подобного рода погребенных углублений в массивах древних коренных известняковых осадочных пород (девонского периода), встречавшихся при детальном эрозионном обследовании больших водосборов рек Зуши и Красивой Мечи, в пределах бывшего Южно-Тульского края. Именно это обстоятельство заставляет нас крайне осторожно относиться к мнениям, указывающим на наличие каких-то изолированных широких погребенных долин, на основании лишь глубоких бурений, разбросанных друг от друга на расстоянии, исчисляемом несколькими десятками километров. В данном случае всегда надо иметь в виду, что существование каждой глубокой и широкой погребенной долины мыслимо лишь при наличии глубоких боковых долин второго и более мелких порядков; без наличия же такого комплекса погребенных звеньев сети немислимо развитие одной только погребенной речной долины, так как каждый большой водоотводный канал всегда должен сопровождаться сетью впадающих в него каналов второго, третьего и более мелких порядков.

кирпично-красная окраска покровной породы наблюдается в различных, далеко отстоящих друг от друга районах и притом вне зависимости от состава коренной породы, слагающей данный склон. Это свидетельствует о каких-то специфических условиях выветривания, имевших место в период ее отложения.

Кроме того, специфическим признаком этой покровной породы является ее суглинистость с явным преобладанием песчаных частиц, нередко делающих эту породу похожей на песчанистую глину. В большинстве районов центральной и западной степи к указанным признакам присоединяется еще одна особенность: наличие в покровной породе большого числа известковых конкреций – журавчиков, часто в большом количестве вымывающихся из нее при размыве и отлагающихся по дну водотоков. В силу этого присутствие журавчиков в донных наносных отложениях лощин и суходолов может являться надежным признаком, говорящим о наличии покровной породы первого цикла послетретичной эрозии где-либо вблизи на склонах вышележащего водосбора.

На крайнем юго-востоке РСФСР по правому берегу Волги эта покровная порода встречается большей частью в виде сравнительно тонкого слоя (около 1-2 м), приобретая вид плотной темно-бурой глины с характерными призматическими отдельностями, резко отграничивающими ее от других вышележащих слоев покровных пород.

Что касается стратиграфического соотношения этой породы с другими породами, то, сохраняя всюду направление падения своих слоев применительно к основному падению существующих склонов (рис. 16), эта порода в то же время очень часто несогласно перекрывается вышележащей более поздней покровной породой второго цикла – светло-желтым лёссом (рис. 17), иногда и самостоятельно заполняющим контуры первичных вымоин первого цикла эрозии (рис. 18-21). Помимо всего этого в западной части степной зоны наблюдается часто совершенно различная зависимость отложения тех и других покровных пород от экспозиций склона. Так, мощность покровной породы первого цикла эрозии в большинстве случаев соответствует здесь обычному распределению покровной породы второго цикла на большей части центральной лесостепной и степной зон, а именно: большая ее мощность сосредоточивается на склонах теневых экспозиций, меньшая – на солнечных.

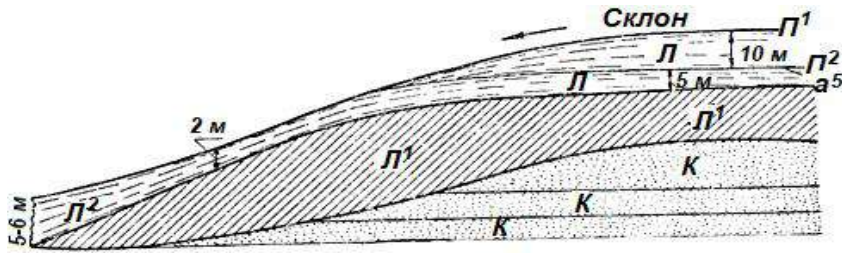


Рис. 16. Соотношение покровных пород первого и второго циклов послетектонической эрозии: (обнаружения в береговом рве лощины Безымянной, около д. Кислой по правобережью Днепра близ с. Мишуриин Рог, Днепропетровского района):

L^2 – желтый лёсс (покровная порода второго цикла эрозии); L^1 – бурая суглинистая порода (покровная порода первого цикла эрозии); K – коренная порода (пески третичные); L^1 – современная почва; L^2 – погребенная почва (в толще лёсса)

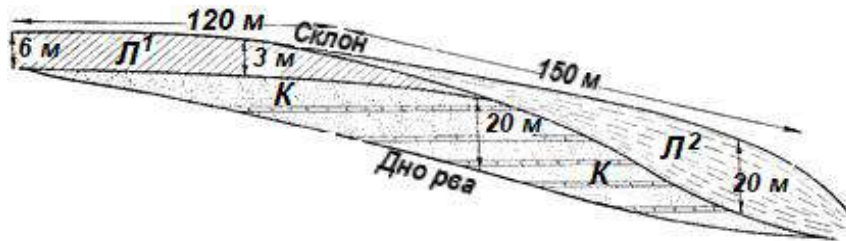


Рис. 17. Типичное несогласное залегание покровных пород первого и второго циклов эрозии (в обнажении суходола Кипучий близ станицы Клетской, Сталинградской области):

L^1 – покровная порода первого цикла эрозии (красно-бурая лессовидная песчаная глина с журавчиками); L^2 – покровная порода второго цикла эрозии (темно-желтый лессовидный суглинок); K – коренная порода (третичные глинистые пески)

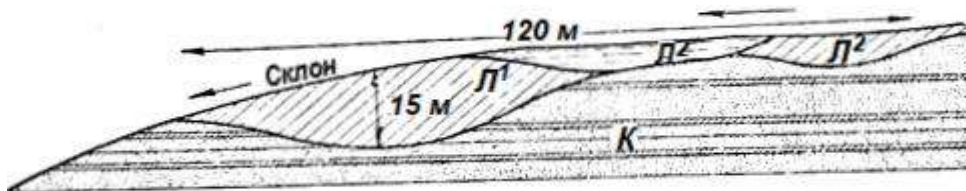


Рис. 18. Заполнение покровной породой второго цикла (желтым лёссом) вымоины в покровной породе первого цикла (обнажение в суходоле Крутик водосбора ручья Бекетовка около с. Русский Бехтяжки, Ульяновской области):

L^1 – покровная порода первого цикла эрозии; L^2 – покровная порода второго цикла; K – коренная порода

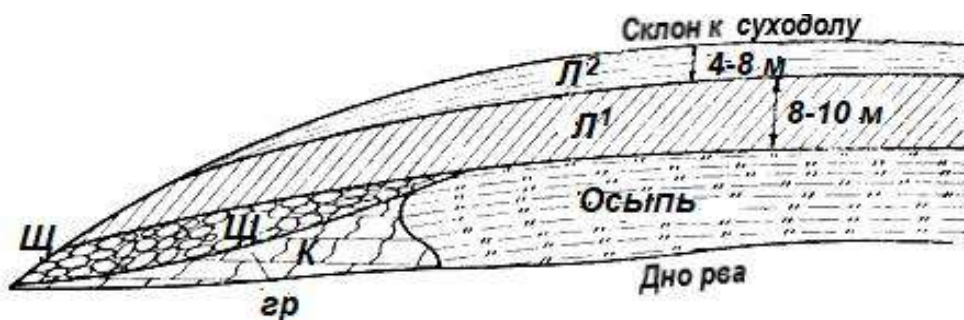


Рис. 19. Строение теневого берега суходола в районе Запорожья (обнажение в береговом рве по правому берегу суходола около с. Майорки):

L^1 – красно-бурый лесс (первой эрозии); L^2 – желтый лесс (второй эрозии); Щ – рухляк гранита; К – коренная порода (гранит)

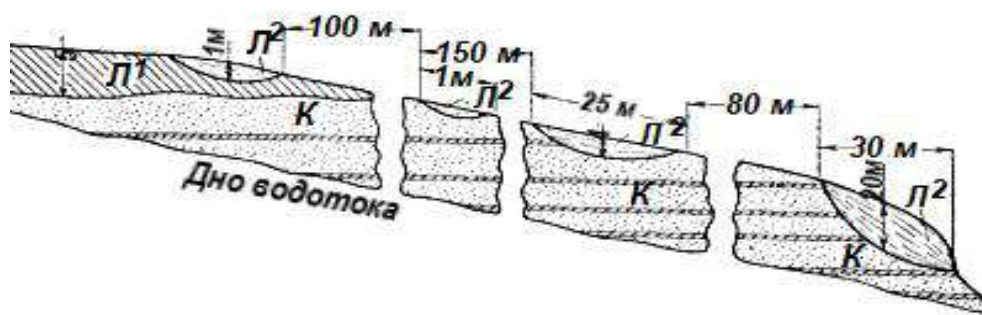


Рис. 20. Вертикальный разрез склона по оси глубокого рва (в суходоле Кипучий водосбора ручья Кобелевского около станицы Клетской, Сталинградской области):

L^1 – красно-бурая (лессовидная) песчаная глина (покровная порода первой эрозии); L^2 – линзы желтого лессовидного суглинка (второй эрозии), заполняющего впадины в коренной третичной (песчаной) породе и в покровной породе первой эрозии; К – третичные пески

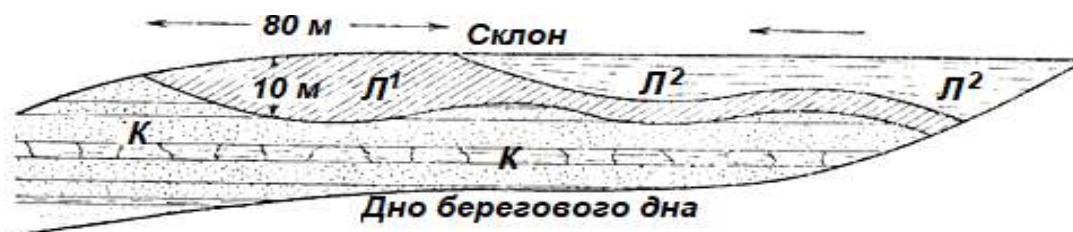


Рис. 21. Соотношение покровных пород первой и второй эрозии (обнажение берегового рва в лошине Крутик водосбора ручья Бекетовки около с. Русской Бехтяжки (по Волге), Ульяновской области):

К – коренная порода; L^1 – темно-бурая покровная лессовидная порода первой эрозии; L^2 – желтый лесс (покровная порода второй эрозии)

Покровная порода второго цикла (желтый лёсс) имеет здесь, наоборот, большую мощность на солнечных склонах и меньшую на теневых.

Это обстоятельство особенно подчеркивает самостоятельность и специфичность условий отложений покровной породы первого цикла, отличающих ее от отложений покровной породы периода второго цикла послетретичной эрозии.

В данном случае такое различие в характере залегания на склонах одних и тех же экспозиций может быть объяснено тем, что отложение покровной породы первого цикла проходило, видимо, под воздействием более интенсивного поверхностного стока, чем отложение покровной породы второго эрозионного цикла.

В период отложения покровной породы первого цикла скорость водных потоков в момент перемещения материала покровной породы с верхних частей склона на нижние была на солнечных (крутых) склонах настолько большой, что частицы этой породы могли задержаться на склоне лишь в незначительном количестве, а большая часть их проносилась в гидрографическую сеть, откладываясь главным образом на теневых более пологих склонах.

В период второго цикла эрозии отложение покровной породы проходило в условиях весьма замедленного стока вод, допуская отложение ее преимущественно на солнечных склонах. На теневых склонах энергия стока была настолько ослаблена, что ее хватало лишь на отложения покровной породы на верхних и средних частях склона, а к подножью его могли доноситься лишь небольшие порции покровного материала, в силу чего он здесь и сохранился лишь в виде небольшого слоя¹.

Следует, кроме того, отметить, что между мощностью и сохранностью покровных отложений первого цикла, с одной стороны, и мощностью аналогичных отложений второго цикла, с другой, существует определенная связь, заключающаяся в том, что в тех районах, где слабо развиты покровные отложения второго цикла (т. е. там, где плащ таких покровных пород сосредоточился больше всего на солнечных склонах и слабо развился на теневых), там в большем числе и массе мы находим следы покровных отложений первого цикла эрозии.

¹Это, между прочим, говорит за то, что климатические условия (особенно условия водного режима в период отложения покровной породы первого и второго циклов) были в западной части степной зоны, повидимому, весьма различны, что, однако, сглаживалось по мере продвижения на восток.

Говоря об этих отложениях, следует здесь упомянуть о встречающихся в некоторых местностях рассматриваемой нами территории обнажения слоистых отложений, подстилающих толщи красноватого покровного суглинка первого цикла эрозии. К ним относятся, например, рухляковые слои в суходолах около д. Майорки по Днепру (рис. 19), залегающие под слоем бурого лёссовидного суглинка. Сюда же можно отнести и песчаные слоистые отложения в устьевых частях боковых суходолов, впадающих в долину р. Кувая (притока Волги) у с. Бехтяжки (Сенгилеевского района), где указанного рода слоистые отложения имеют совершенно иной характер, чем покровные. Они являются продуктом отложения быстротекущих вод и скорее могут быть отнесены ко второй стадии первого цикла послетретичной эрозии сглаживания склонов, к такому ее состоянию, когда размываемый и смываемый материал не мог быть полностью вынесен за пределы первичной гидрографической сети и должен был отлагаться в ее устьевых частях, в местах с более пологим уклоном.

Наличие покровной породы первого цикла эрозии во всех элементах водосбора как на верхних приводораздельных, так и на нижних частях склонов, в основании берегов и по дну гидрографической сети, а также и параллельная прислоненность толщи покровной породы к поверхности коренных склонов, указывают на то, что все основные стволы наблюдаемой ныне гидрографической сети лесостепной и степной зон европейской части СССР, были уже заложены в период первого цикла послетретичной эрозии. Этот цикл эрозии проходил здесь во всех своих трех стадиях: размыва дна первичного протока, сглаживания отходов и намыва покровной породы. Вместе с тем специфический состав покровной породы первого цикла эрозии (ее окраска и структура), ее стратиграфические отношения к подстилающим коренным и вышележащим покровным породам второго цикла эрозии, а также и ее прерывистая сохранность, чередующаяся с полной размытостью, указывают на историко-геологическую обособленность первого цикла¹ эрозии и на довольно значительный перерыв, имевший место между концом отло-

¹Имеются определенные указания (судя по обнажениям некоторых донных размывов в суходолах правобережья Волги близ г. Сенгилея), что отложение бурого лёссовидного суглинка первого цикла эрозии шло с перерывом, в течение которого на поверхности этой породы поселялась растительность и образовывалась почва. Однако такой перерыв не сопровождался последующим новым развитием эрозионного процесса, а являлся лишь остановкой процесса аккумуляции. Наличие погребенных почвенных горизонтов мы не относим к показателям большого эрозионного цикла, а считаем их признаком некоторого перерыва в стадии отложения покровной породы.

жения покровной породы этого цикла и началом развития второго цикла эрозии. На это также указывают и различные темпы развития обоих эрозионных циклов, и другие условия периода формирования покровной породы первого цикла¹.

Второй цикл послетретичной эрозии

Начавшийся после эрозионного затишья (имевшего место после отложения покровной породы первого цикла) второй цикл послетретичной эрозии проходил в основном по путям, сформированным в предшествовавший первый эрозионный период, причем он имел те же три стадии, что и первый цикл. В результате развития первых двух стадий второго цикла были на большей части территории степной и лесостепной зон СССР уничтожены (в одних случаях полностью, в других – частично) покровные отложения первого цикла эрозии, ее красно-бурый и малиновый лёссовидный или песчанистый суглинок, а, кроме того, во многих местах была углублена и удлинена существовавшая первичная гидрографическая сеть и сглажены прилегающие к ней склоны.

Второй цикл эрозии, как и первый, охватил не только территорию, находившуюся в пределах распространения северного скандинавского ледника, но и территорию, расположенную вне его границ. Как первый, так и второй эрозионный циклы проходили под влиянием водных явлений, по размерам не уступавших тем, которые имели место в пределах площади, очерченной (с юга) границей распространения северных валунов. Доказательством этого являются почти одинаковые по размерам и форме послетретичные эрозионные образования, развитые на тех и других площадях².

Интенсивность развития первых двух стадий второго цикла, по видимому, увеличивалась с юга на север. В степных районах описываемой нами территории она была слабой, в районах же лесостепи значительно сильнее, что доказывается почти полным отсутствием здесь следов покровной породы первого цикла эрозии (красновато-бурого и малинового суглинка).

¹К этим условиям относятся различные соотношения мощности покровных пород первого и второго циклов эрозии на склонах различной экспозиции, специфичность окраски и структуры покровных пород этих циклов.

²Об этом подробно будет идти речь ниже при разборе общего хода развития эрозионных циклов в послетретичный период.

Покровная порода второго цикла (представленная светло- и темно-желтым лёссовидным суглинком или лёссом желтых оттенков) залегает здесь или непосредственно на коренной породе или на промежуточном щебенистом слое (см. рис. 5), являющемся продуктом деятельности вод в период второй стадии эрозионного цикла (сглаживания склонов).

В южных районах второй цикл эрозии шел значительно слабее, о чем свидетельствует часто наблюдающаяся здесь сохранность покровной породы первого цикла, несогласно перекрываемой толщей желтого лёсса или лёссовидного суглинка второго цикла эрозии¹.

Второй цикл послетретичной эрозии завершился повсеместно довольно длительной аккумулятивной третьей стадией-намывом покровной породы желтого лёсса или лёссовидного суглинка, покрывшей склоны и дно гидрографической сети. С отложением этой поверхностной породы в основном определились внешние контуры лесостепной и степной зон европейской территории нашей страны.

Исходя из условий залегания этой покровной породы, можно заключить, что процесс ее отложения в большинстве случаев начинался лишь после завершения первых двух стадий эрозионного цикла. Подтверждением этого заключения является налегание покровной породы или непосредственно на коренные породы, или же на промежуточный слой щебенистого наноса, покрывающего во многих местах коренную толщу².

Отложение покровной породы на большей части территории, охваченной этим циклом, не протекало всюду непрерывно; на некоторых участках оно проходило прерывисто. Во время перерывов расселялась по поверхности растительность и формировалась почва. Таких остановок, сопровождавшихся образованием гумусового почвенного

¹В некоторых же местностях (как, например, в правобережье среднего течения Днепра) даже и при отсутствии явных выходов покровной породы первого цикла эрозии часто можно встретить по дну гидрографической сети под толщей желтого лёсса прослойки щебнистой породы, состоящей почти сплошь из журавчиков, характерных для покровной породы первого цикла и, несомненно, вымытых из нее в период второго цикла эрозии.

Проходившие здесь в первые две стадии второго цикла эрозионные процессы, если и были в состоянии почти полностью смыть со склонов покровную породу первого цикла, однако они все же не были столь значительными, чтобы удалить за пределы эродируемого водосбора эти сравнительно легко переносимые водой, известковые конкреции.

²В некоторых обнажениях как, например, в районе правобережья Днепра и Дона, налегание лёсса на гумусированный слой, лежащий непосредственно на песчаных коренных слоях или на промежуточной прослойке сероватой лёссовидной породы говорит о том, что образование типичного лёсса началось здесь лишь после известного периода эрозионного покоя, в течение которого на поверхности расселилась растительность и образовалась почва.

слоя в толще покровного плаща, насчитывается в некоторых местностях до трех; гораздо же чаще встречается в лёссе один или два горизонта типичной погребенной почвы¹.

Характерно, что погребенные почвы бывают развиты на нижних частях склона. Это говорит за то, что материалом для образования покровной породы служили преимущественно выветрившиеся продукты верхней половины склона, откуда они постепенно наплывали на нижележащие участки и покрывали здесь образовавшуюся в период эрозионного затишья почву. Отсюда следует, что верхние участки склона служили как бы постоянным источником, дававшим материал для отложения покровной породы в нижележащих частях склона, где она придавала склону ту или иную внешнюю форму, в зависимости от крутизны, экспозиции и состава грунта первичного склона.

Некоторые обнажения (как, например, по правобережью Среднего течения Дона у станицы Клетской) (рис. 22) показывают также и переслаивания нижних горизонтов лёссовых отложений с небольшими прослойками светло-серой глины и мелкими кусочками мела. Эти прослойки свидетельствуют о том, что в первые моменты отложения покровной породы второго цикла эрозии имели место кратковременные изменения в этом процессе, сопровождавшиеся отложением обычной мергелистой глины, смывавшейся с толщи меловых и мелоподобных пород.



Рис. 22. Чередование слоев покровной (лессовидной) породы второй эрозии с делювием меловых пород (устье суходола Фаткина водосбора Кобелевского ручья близ станицы Клетской, Сталинградской области):

$Л^2$ – желтый лессовидный суглинок (второй эрозии); $Д^1$ – зеленовато-серая суглинистая порода с мелким щебнем меловых пород; $К$ – коренная порода (мелоподобные мергеля и опоки)

Состав покровной породы и ее включения указывают на формирование ее в условиях отсутствия сплошного растительного покрова (особенно в верхней части склона), и на то, что самый намыв ее по склону

¹Мы имеем здесь в виду встречающиеся нередко в лёссе окрашенные в темный цвет небольшие прерывистые слои или линзы грунта, представляющие собой или продукт намыва гумусированного грунта или следы иллювиальных процессов.

представлял собой процесс медленнодвигающегося мелкоземистого грунта, наподобие движения по наклонной поверхности грязевой массы.

Там, где могли создаваться условия для больших скоростей передвижения покровной массы (как, например, на солнечных крутых склонах), последняя не задерживалась на склоне и уходила в пределы гидрографической сети, где она более значительным и более быстрым потоком стекающей воды проносилась в нижележащие участки. На склоне в таких случаях оставались лишь небольшие ее слои и притом преимущественно крупнозернистой фракции.

Вообще же надо признать, что процесс намыва покровной породы второго цикла послетретичной эрозии совершался на большей части территории довольно медленно, особенно же на юге, где не было и достаточной для этого водной энергии, которая не в состоянии была даже в некоторых местах передвигать материал покровной породы сплошь по всему теневому склону. При небольшом водосборе этот материал иногда задерживался и на крутых склонах образовывая на них почти отвесные наплывы. Наглядными примерами подобного залегания покровных отложений могут служить залегания ее на правом высоком берегу Днепра (выше г. Днепропетровска), на правом берегу в нижнем течении Дона (около станицы Константиновской) и некоторых участках правобережья Волги в пределах среднего ее течения. В этих местах плащ желтого лёсса часто можно видеть круто прислоненным к коренной породе, что может быть объяснено лишь спокойным и медленным передвижением здесь лёссовой массы по крутой поверхности коренного грунта.

Почти аналогичную картину представляют и многочисленные (в районе правобережья Среднего течения Волги и Дона) случаи прилегания линз лёсса к крутым срезам горизонтально пластующихся слоев коренных твердых (меловых) пород, слагающих берега гидрографической сети, и случаи залегания мощного слоя лёсса по крутому дну коротких чашеобразных впадин и отвершков, испещряющих высокие берега речных долин в степной зоне европейской части СССР. О медленности процесса отложения покровной породы второго цикла и об отсутствии в этот период каких-либо резких эрозионных всплесков свидетельствует согласное напластование отдельных слоев этой покровной породы и отсутствие в ее толще каких-либо глубоких вымоин и карманов, перекрытых какими-либо другими, более поздними отложениями лёсса или лёссовидного суглинка. Следует также отметить, что глубокие вымоины отсутствуют в сколько-нибудь резком

виде и в погребенных почвах, которые оказываются спокойно перекрытыми последующими отложениями покровной породы притом часто почти такого же состава, как и подстилающие (погребенную почву) слои. Сосредоточение погребенных (в покровной породе) почв преимущественно в нижней части склона свидетельствует, может быть, и о том, что верхние (приводораздельные) участки склона в период третьей стадии второго эрозионного цикла (в период формирования покровной породы) долгое время оставались непокрытыми растительностью и может быть даже продолжительное время¹ сохраняли той или иной толщины покров снега или льда. Происходившее медленное таяние льда или снега давало мелкие струйки, отмучивавшие из коренной породы выветрившиеся частицы и отлагавшие их в виде покровной породы на нижележащих частях склона.

По правобережью Нижней Волги во многих обнажениях лёссовой покровной породы второго цикла можно хорошо проследить ее соотношения с морскими отложениями Хвалынского яруса, представленными характерной коричневой (шоколадной) сланцеватой глиной. На этих совместных обнажениях (рис. 23) покровная порода второго цикла оказывается всюду перекрытой сверху хвалынской коричневой глиной, что указывает на то, что отложение покровной породы второго цикла проходило в период, предшествующий каспийской трансгрессии, отлагавшей хвалынские глины, сформировавшейся в свою очередь большей частью за счет размыва покровной породы второго цикла (см. ниже раздел о третьем цикле эрозии).

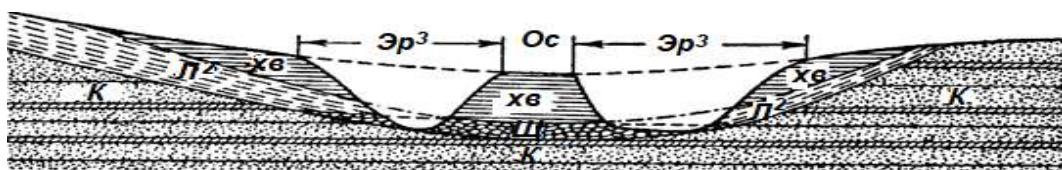


Рис. 23. Соотношение лёссовой покровной породы второй эрозии с хвалынскими (коричневыми) глинами (долина р. Камышинки в устьевой части у гор. Камышина на Волге):

K – коренная порода; L^2 – покровная (лёссовая) порода (второго цикла эрозии); $X_с$ – коричневая глина (Хвалынского яруса); $Щ$ – щебнистый нанос под покровной породой; $Эр^3$ – донные русла (два развилка) третьей эрозии; $Oс$ – останец дна долины, не тронутый размывом третьего цикла

¹Имеется в виду более длительный в течение года период снеготаяния на высоких водоразделах, где к тому же и наличие выходов на поверхность коренной бесплодной породы задерживало процесс почвообразования.

Отложением покровной породы (в виде желтого лёсса или лёссовидного суглинка) завершился второй цикл послетретичной эрозии, и этим самым запечатлелся в основном внешний облик территории Русской равнины. Некоторые, наиболее пологие и слабо расчлененные районы лесостепной и степной зон европейской части СССР сохранили этот облик и до настоящего времени. Более резко расчлененные участки территории испытали в послетретичный период еще и третью эрозионную вспышку, обязанную уже последнему (третьему) циклу послетретичной эрозии.

Третий цикл послетретичной эрозии

В отличие от предшествовавших двух эрозионных циклов, третий цикл послетретичной эрозии не имел тех трех стадий, которыми характеризовались два первых цикла.

В период третьего цикла послетретичной эрозии наибольшего развития достигала первая стадия образования глубоких размывов, вторая же стадия (сглаживание откосов) и особенно третья (намыв покровной породы) на территории лесостепной и степной зон европейской части СССР почти совершенно отсутствовали, проявляясь лишь местами на участках, имеющих глубоко расчлененный рельеф или примыкающих к северной границе этой территории.

Все это говорит о том, что интенсивность развития третьего цикла эрозии была значительно слабее, чем первых двух. При прочих равных условиях она увеличивалась с юга на север, что, несомненно, находилось в связи с увеличением в этом же направлении размера водных запасов, принимавшего участие в развитии этого эрозионного цикла.

Характерной особенностью третьего цикла являлось также то, что развитие основной его стадии – размыва – приурочивалось почти исключительно к ранее сформировавшейся (в период второго цикла) гидрографической сети и реже к прилегающим участкам склона; последнее имело место, главным образом, в северных районах описываемой территории (рис. 24).

Результатом развития третьего цикла эрозии в северных районах явилось образование густой гидрографической сети узких глубоких рвов, обычно выходящих за пределы сети, а также в виде узких ветвистых и коротких отвершков, в настоящее время в большинстве случаев покрытых лесом.

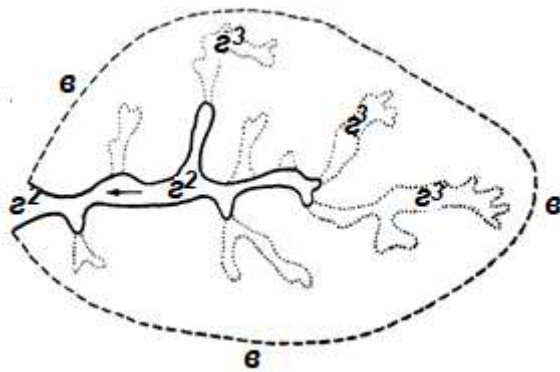


Рис. 24. Схема удлинения и расчленения сети второй эрозии в период развития третьей послетретичной эрозии:

z^2 – (жирная линия) абрис гидрографической сети второй эрозии; z^3 – (пунктирная линия) абрис гидрографической сети третьей эрозии; $вв$ – (прерывистая линия) водораздельная линия

В более южных районах третий цикл эрозии захватывал главным образом дно и частично берега ранее сформированной гидрографической сети. В результате размыва дна здесь образовались характерные донные, крутостенные русла, уширившиеся и углублявшиеся по мере перехода от верхних звеньев сети к нижним (рис. 25, А).

Формирование ветвистых концевых лоцин и отвершков, характерных для более северных районов распространения третьего цикла эрозии, здесь имело место лишь в редких случаях преимущественно в глубоко расчлененных районах, сложенных из рыхлых, песчаных, песчано-глинистых пород.

К результатам деятельности третьего цикла эрозии во всех почти районах его распространения должны быть отнесены задернованные теперь, а часто и облесенные следы высоких подмывов в лёссовых берегах суходолов и долин на участках, расположенных в стороне от существующего в настоящее время русла¹.

Следы подмывов в лёссовом (покровном) грунте в глубоко расчлененных районах представляют довольно частое явление, свидетельствующее о довольно значительной интенсивности стока поверхностных вод, принимавших участие в развитии эрозионного процесса третьего цикла послетретичной эрозии.

В таких районах, охваченных третьим циклом эрозии, если и проходила вторая стадия эрозионного цикла (сглаживание откосов), то в заметной форме она имела место преимущественно лишь в нижних звеньях гидрографической сети, обладавших более крутыми склонами. Особенно часто подобного рода образования можно встре-

¹Следы подмывов в коренном грунте не могут вообще являться признаком развития одной лишь третьей эрозии; такие контуры могли образовываться и в результате второго цикла эрозии, особенно в глубоко расчлененных районах; только плотно задернованные, покрытые почвой и облесенные подмывы в покровном (лессовом) грунте могут считаться надежным признаком для отнесения таковых к третьему циклу послетретичной эрозии.

тить в северных участках лесостепной зоны. Что же касается третьей (аккумулятивной) стадии, то в период третьего цикла послетретичной эрозии она почти совсем отсутствовала, проявляясь лишь иногда в отложении по дну нижних звеньев сети продуктов размыва покровной породы второго цикла, вымытой из верхних звеньев сети. В таких именно случаях донные отложения третьего цикла эрозии залегают поверх погребенной ими почвы, лежащей на покровной породе второго цикла эрозии (см. рис, 25, А, Б).

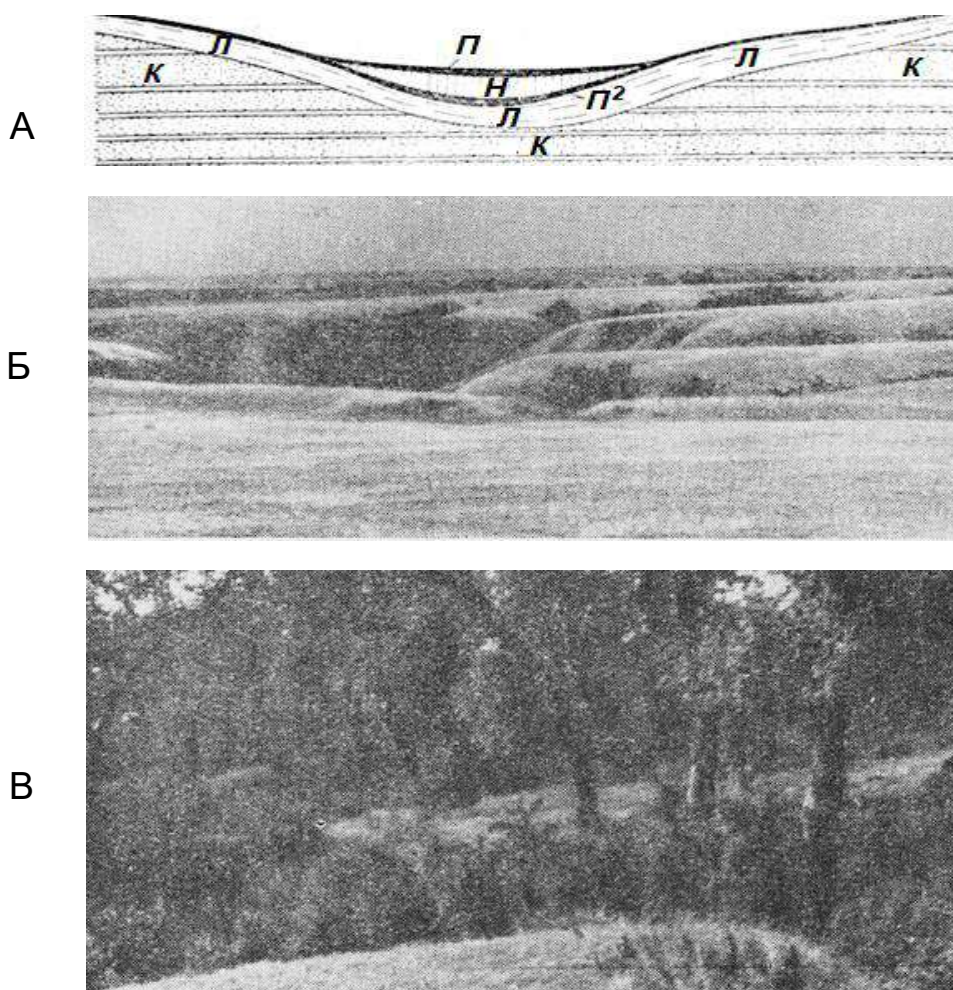


Рис. 25. А – отложение наносов третьего цикла эрозии по дну гидрографической сети; П – современная почва; Н – нанос третьей эрозии; П² – погребенная почва или слой торфа; Л – покровная лёссовидная порода (второй эрозии) по дну гидрографической сети; К – коренная порода; Б – ветвистые древние рвы третьего цикла эрозии по правобережью Волги около с. Оленье (близ Сталинграда), В – дойный размыв третьего цикла эрозии в Чепурниковской балке близ г. Сталинграда

В силу того, что в период третьей послетретичной эрозии развивался главным образом процесс размыва и отсутствовало отложение на склонах покровной породы, эрозионные образования, связанные с этим циклом, получили резкие, но сравнительно узкие контуры, с очень крутыми откосами, испещренными часто такими же глубокими и узкими боковыми впадинами. Благодаря этому обстоятельству эрозионные образования третьего цикла послетретичной эрозии хорошо всюду отличаются от аналогичных образований второго цикла, имеющих в большинстве случаев более сглаженные очертания, обусловленные намывом плаща покровной породы (рис. 30 и 34.)

Все это служит доказательством того, что третий цикл послетретичной эрозии был кратковременным. Быстро начавшись, он также быстро и закончился, не успев за период своего развития не только отложить покровную породу, но даже и просто сгладить крутые стенки своих размывов. Это обстоятельство представляет большой интерес с точки зрения изучения физико-геологических и климатических условий этого периода послетретичной эрозии, являющегося наиболее близким к современной исторической эпохе.

Основным показателем самостоятельности третьего цикла послетретичной эрозии и более позднего его развития по сравнению со вторым циклом может служить прорезывание этим размывом покровной (лессовой) породы второго цикла; в размывах, относящихся к третьему циклу, мы почти всегда наблюдаем в обоих откосах обнажение желтого лёсса или лёссовидного суглинка. Отличием от современных размывов, которые бывают очень схожи с эрозионными образованиями третьего цикла и также могут прорезать толщу покровной породы, является наличие на откосах размывов третьего цикла эрозии (в местах, нетронутых современным размывом) хорошо развитого почвенного покрова с растущим на нем плотным дерном, а часто и старым лесом (столетними дубами, вязами и т. п.) (см. рис. 25, В). Этот признак свидетельствует о долговременном пребывании на крутых откосах естественной растительности. Хорошим признаком для отнесения данного эрозионного образования к третьему циклу может также служить наличие его на участках гидрографической сети, совершенно лишенных каких-либо следов современной эрозии, так же, как и на таких местах, где вообще не может иметь места современная эрозия, как, например, в лощинах, сплошь покрытых естественным лесом и имеющих на своей водосборной площади большие массивы леса (при таких именно условиях современная эрозия вообще нигде не развивается).

Размер территории, охваченной третьим циклом послетретичной эрозии в том или ином ее проявлении, довольно обширен. В северных областях лесостепи он выражен довольно резко, но наиболее интенсивного развития он достиг в лесной зоне. Следов этого цикла эрозии значительно меньше в степной зоне, где они встречаются лишь на участках, обладающих глубоко расчлененным рельефом (например, по правобережью среднего и нижнего течения Волги и среднего течения Дона, в Центральном Донбассе). В слабо расчлененных гидрографической сетью районах тех же лесостепных и степных зон признаки третьего цикла эрозии почти совершенно отсутствуют.

Характерно при этом, что площадь сплошного распространения третьего цикла послетретичной эрозии не имеет определенной связи с площадью распространения северо-скандинавского ледника. Это особенно ясно заметно при сличении южной границы сплошного распространения специфических форм гидрографической сети третьего цикла эрозии с южной границей распространения северных валунов в пределах Днепровского и Донского языков северо-скандинавского лед-

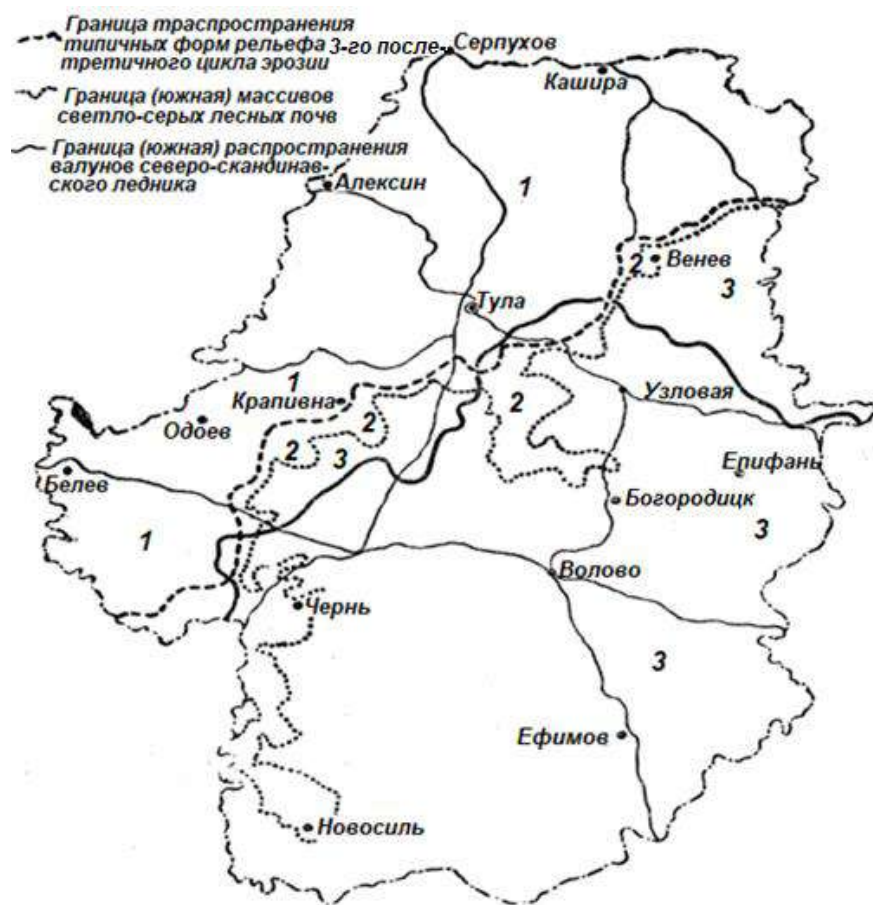


Рис. 26. Распространение типичных форм рельефа третьего послетретичного цикла эрозии в б. Тульской губернии:

1 – рельеф 3-го цикла эрозии; 2 – спорадические формы 3-ей эрозии; 3 – рельеф 2-го цикла эрозии

ника. Также, например, в центре лесостепной зоны южная граница третьего цикла эрозии пересекает эти языки значительно севернее южной их границы, проходя здесь (с запада на восток) примерно по линии Севск – Орел – Мценск – Тула – Венев – Рязань – Саранск – Спасск (на Волге) (рис. 26). В то же время весьма характерно, что такая южная граница сплошного распространения третьего цикла эрозии почти точно совпадает здесь с южной границей сплошного распространения светло-серых лесных почв и близких к ним подзолистых суглинков, что, как увидим ниже, стоит в связи с общим ходом развития эрозионного процесса в этот отрезок послетретичного времени.

С окончанием третьего цикла эрозии завершилось послетретичное эрозионное расчленение описываемой территории.

ДРЕВНЯЯ ГИДРОГРАФИЧЕСКАЯ СЕТЬ, ЕЕ ФОРМЫ И СТРОЕНИЕ

Перечисленные выше стадии развития отдельных циклов послетретичной эрозии должны были проходить в различном виде не только в зависимости от сочетания двух основных их условий развития: величины разности высот высших и низших точек путей стока (глубины базиса эрозии) и состава коренной породы; они развивались также и в зависимости от размера водосборной площади, с которой должна была поступать поверхностная вода к тому или иному отрезку (звену) водоотводящей сети. Это, в свою очередь, определялось расстоянием данного звена от вершины водоотводящей сети и числом входящих в него сверху добавочных ветвей. Размер водосборной площади в сочетании с определенным ее уклоном и составом коренной породы предопределял условия стока в течение того или иного послетретичного цикла эрозии, условия самого развития размыва, форму первичного протока и его склонов, мощность и внешний контур покровных отложений (где таковые существовали). Вследствие этого сформировавшаяся в результате трех циклов эрозии водоотводящая гидрографическая сеть (и прилегающие к ней склоны) получила различный профиль, отразив в нем все те изменения в режиме стока и эрозии, и весь комплекс естественных условий, которые имели место в период формирования сети.

Рассмотрим сначала, в каком направлении шли эти изменения в контурах гидрографической сети и какие основные естественные факторы принимали в этом участие.

Ложбины

Самым верхним, наиболее приближенным к водораздельной линии (границе водного питания сети), а потому и наиболее малым по размерам звеном сети является ложбинное звено или просто ложбина; она представляет собой обычно слабовидную, неглубокую впадину с ровным и пологим дном и весьма пологими, симметричными по внешней форме откосами или берегами (рис. 27 и 28).

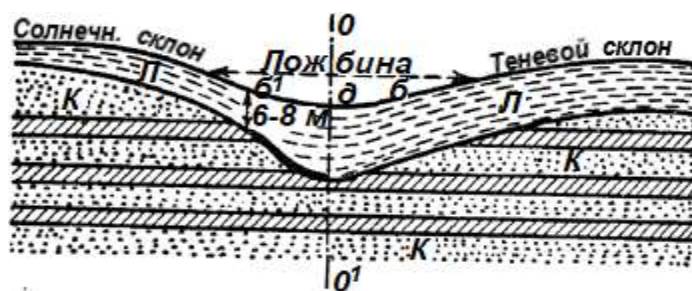
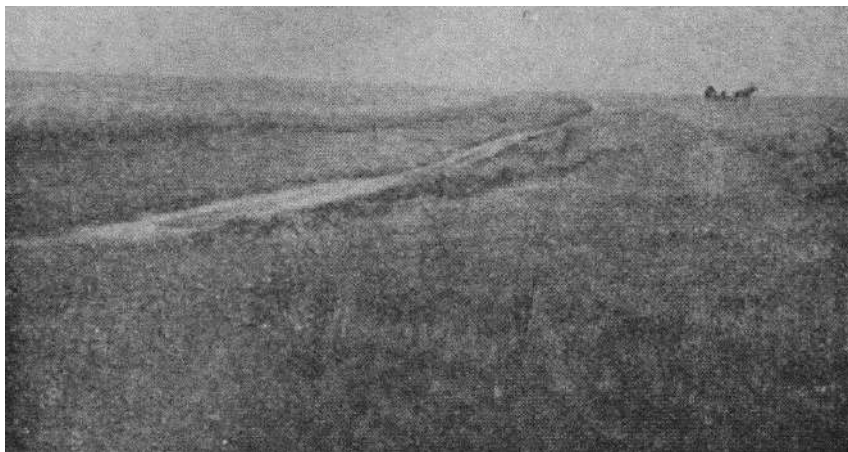


Рис. 27. Поперечный (вертикальный) разрез ложбины:

Л – покровная (лессовая или лессовидная порода); К – коренная порода; $ОО^1$ – середина первичного протока в коренной породе; д – дно ложбины, б – берега ложбины

Рис. 28. Ложбина в центральной лесостепи (Фото С. И. Тюремнова)



Однако поперечный разрез такого малозаметного с поверхности естественного протока очень часто в глубоко расчлененных районах обнаруживает несколько иные особенности, совершенно не фиксируемые ее внешним обликом. Так, в тех местностях, где имеются все условия для образования мощной покровной породы, она в таких ложбинах покрывает толстым слоем дно и окружающие его пологие берега и склоны. Под дном ложбины слой покровной породы бывает значительно толще, чем рядом на склоне. На поперечном разрезе здесь обнаруживается значительное углубление в подстилающей коренной породе наподобие глубокого рва, часто с очень крутыми откосами, погребенными под покровной породой (см. рис. 27).

Очень часто откосы этого погребенного рва обнаруживают неодинаковую крутизну, являясь более крутыми на солнечных и более пологими на теневых экспозициях. Это было связано здесь с неравномерным подмывом откосов в период формирования первичного рва (большим подмывом солнечного откоса и меньшим – теневого).

Глубина таких покрытых покровной породой рвов достигает в некоторых районах, например, на правобережье среднего течения Днепра, 20 м и даже более.

Все это указывает, следовательно, на то, что рельеф поверхности, создавшийся в результате первой стадии эрозионного цикла (размыв), был значительно более резко выраженным и более расчлененным даже в самых верхних участках гидрографической сети, по сравнению с тем, который получился впоследствии после завершения третьей стадии отложения покровной породы; покровная порода заполнила все эти большие углубления и придала верхним звеньям сети форму еле заметных с поверхности впадин.

В районах с глубоко расчлененным рельефом наличие погребенных послетретичных концевых рвов можно часто проследить вплоть до близлежащего участка водораздельной линии, в таких местах водораздельная линия имеет впадины (седловины), указывающие на то, что в самую первую стадию эрозионного цикла размыв доходил

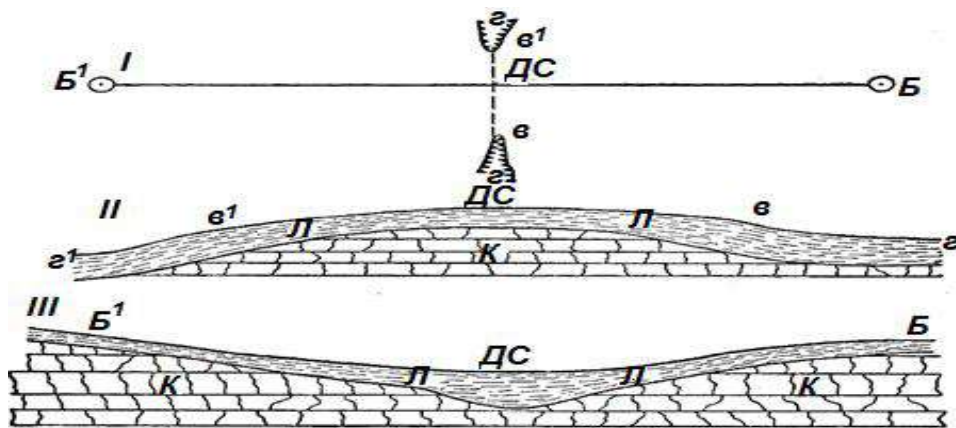


Рис. 29. Элементы водораздельной линии, их профили:

I – расположение (в плане) водораздельных бугров, водораздельной седловины и вершин соседних лощин; *II* – продольный разрез через водораздельную седловину и вершины соседних лощин; *III* – продольный (вертикальный) разрез от водораздельных бугров через дно водораздельной седловины; v^1 – вершин соседних лощин (g^1); ДС – дно водораздельной седловины; Б, Б¹ – водораздельные бугры; Л – покровная (лессовая, лёссовидная) порода; К – коренная порода

до нее, образуя здесь анастомозы с вершинами размывов, шедших от соседнего звена. Впоследствии участки в местах такого анастомоза были заполнены до краев покровной породой, намывавшейся сюда с боков, с соседних высоких водораздельных бугров, в результате чего на месте анастомоза этих глубоких рвов сформировалась слабо выраженная водораздельная седловина (рис. 29).

В районах интенсивного развития третьего цикла послетретичной эрозии ложбинное звено иногда бывает прорезано глубоким рвом, придающим ему вид, довольно схожий с концевым рвом современной эрозии, но отличающийся от последнего полкой задернованностью (или облесенностью) его крутых откосов и наличием на этих откосах почвенного гумусового слоя.

Лощины

С переходом в более низкие (по течению) участки сети ложбина все более и более углубляется, переходя в следующее, более выраженное звено гидрографической сети – лощину (рис. 30). Она отличается по внешней форме от ложбины лишь более высокими и более крутыми берегами и иным геологическим строением берегов.



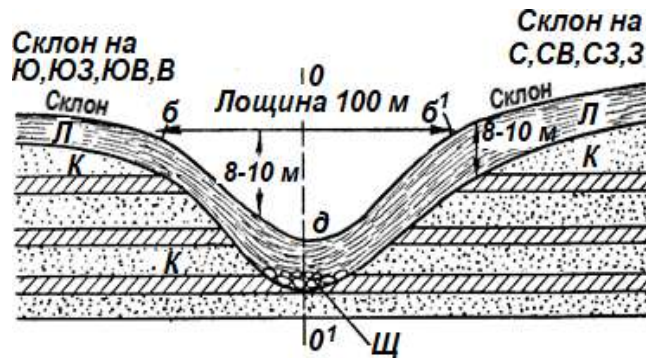
Рис. 30. Лощина (верховье р. Зуши) в пределах Орловской области (Фото Ю. К. Зографа)

При внешнем сходстве противоположных берегов – одинаковой их высоте и крутизне в берегах лощины мощность покровной породы почти всегда бывает неодинаковой. Она зависит от экспозиции: обычно менее мощный плащ покровной породы бывает на берегу солнечной экспозиции и более мощный на теневой (рис. 31). Такая асимметрия бывает тем резче, чем глубже лощина, круче окружающие ее склоны и больше в коренной породе склона твердых грунтов. При наличии в ко-

ренной породе большего количества твердых пород под плащом покровной породы скопляется довольно значительный слой щебня, могущего почти всегда служить хорошим указателем состава тех твердых пород, которые залегают в пределах данного склона.

Рис. 31. Строение дна и берегов лощины (поперечный вертикальный разрез):

$бд$ и $б^1д$ – берега; $д$ – дно;
 $Л$ – покровная порода; $К$ – коренная порода; $Щ$ – нанос щебня в основании покровной породы; $ОО^1$ – середина первичного протока в коренной породе



В центральных глубоко расчлененных районах лесостепи и в прилегающих к ней с юга участках степной зоны переход ложбины в лощину с указанными выше особенностями строения покровных отложений начинается обычно при площади водосбора около 50 га.

В слабо расчлененных районах лощинное звено появляется при большей величине водосбора, в силу чего такое звено занимает здесь уже менее значительный процент от общей длины гидрографической сети.

В глубоко расчлененных районах наблюдается быстрый переход ложбины в лощину, и типичная форма лощины может здесь появиться уже с пунктов сети, имеющих водосбор всего в 10-15 га, а местами даже и меньше.

В противоположность контурам ложбины, являющимся слабо выраженными, часто даже еле заметными и потому сливающимися с прилегающими склонами, лощина имеет почти всегда резкие очертания, представляя глубокоую, хорошо заметную впадину.

В слабо расчлененных районах, где покровная порода сгружена большим пластом около гидрографической сети, так же как и там, где лощина прорезывает более или менее твердые коренные породы, – в лощине обычно резко очерчиваются ее боковые откосы или берега (см. рис. 31). Будучи почти всегда довольно крутыми, они резко отличаются от прилегающих к ним более пологих склонов. Обычно такие площади остаются нераспаханными и используются под сенокос, выпас или под лесные угодья. На границе пашни и берега образуется высокая напашь, резко очерчивающая верхнюю бровку берегов и вместе с этим фикси-

рующая внешний контур лощины. В результате этого берега лощины обособляются даже при крутизне около 10° ; при крутизне же в 20° и более берега бывают резко очерченными даже и без напаша. Высота берегов в первом случае бывает около 3-6 м, во втором до 15 м и более.

В глубоко расчлененных районах с однообразным рыхлым строением коренных пород (как, например, в правобережной полосе Нижней Волги) при большой сглаженности первичных склонов и сравнительно слабом развитии покровной породы берега не имеют резких контуров и склоны непосредственно доходят до дна сети, не образуя резкого перехода от склона к лощине.

Строгого соответствия между шириной дна и высотой берегов не наблюдается, узкое и широкое дно может быть как при сравнительно низких, так и при высоких берегах. В большинстве эродированных районов лесостепной и степной зон лощины имеют дно шириной от 10 до 30 м.

В районах, где был слабо развит третий цикл послетретичной эрозии, дно при отсутствии современного размыва бывает всегда ровным, покрытым хорошо развитой почвой, лежащей на слое покровной породы (от 2 до 4 м). В тех же местностях, где резко выражен третий цикл послетретичной эрозии (как, например, правобережье среднего и нижнего течения Волги), дно лощины бывает прорезано различной глубины и ширины руслом, с резко очерченными крутыми откосами, обычно густо заросшими травой или лесом (см. рис. 25, В и рис. 32)¹.

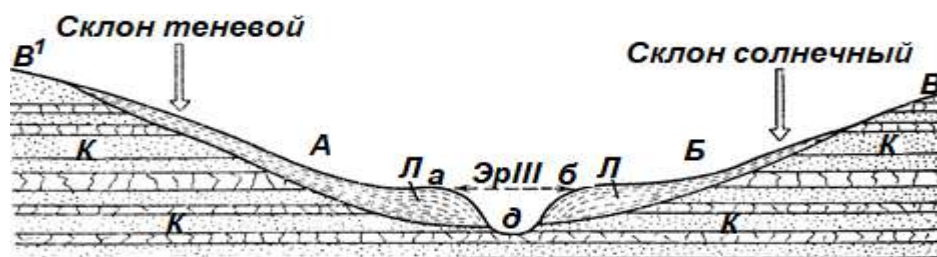


Рис. 32. Схематический поперечный разрез лощино-суходола, прорезанного донным размывом (руслом) третьего послетретичного цикла эрозии (правобережье средней и нижней Волги):

АВ — дно лощины (суходола); Эр (аδб) — поперечный разрез донного размыва третьей эрозии; АВ', БВ' — склоны, падающие к лощине; Л — покровная (лессовая, лёссовидная) порода второй эрозии; К — коренная порода

¹В большинстве таких районов, охваченных третьим циклом эрозии, следы послетретичного донного размыва наблюдаются нередко даже и в ложбинном звене.

В более северных районах распространения третьего цикла эрозии лощины, как уже говорилось выше, представляют собой почти всюду узкие, глубокие, крутостенные впадины, имеющие почти всегда большое количество вторичных и третичных разветвлений и отвершков, придающих всей местности густо рассеченный характер (рис. 33 и 34).



Рис. 33. Фотоснимок трехверстной карты в районах сплошного распространения третьего послетретичного цикла эрозии («северный» тип расчленения); территория лесостепной зоны в пределах Белевского района, Тульской области



Рис. 34. Тип концевых лощин-рвов третьего цикла послетретичной эрозии (Белевский район, Тульской области. Фото А. С. Козменко)

Суходолы

При дальнейшем продвижении вниз по гидрографической сети в районах, где лощины имеют ясно очерченные контуры берегов, на последних с увеличением водосбора звена начинает обрисовываться внешняя их асимметрия, стоящая в связи (как и асимметрия покровных отложений) с экспозицией склонов: солнечные склоны становятся более крутыми, противоположные теневые – более пологими. Асимметрия в строении покровных отложений, четко проявлявшаяся уже с лощинных участков, здесь делается еще более выраженной.

На берегах солнечной экспозиции покровная порода почти отсутствует, а на теневых берегах достигает мощного развития.

Такой тип звена, называемый суходолом (рис. 35), в более или менее глубоко расчлененных районах лесостепной и степной зон обрисовывается с пунктов сети, имеющих водосборную площадь около 1000-1500 га. В пологих водосборах такое звено появляется при площади его в 2000-2500 га, в более крутых – при 500-600 га.



Рис. 35. Тип суходола с резко асимметричными берегами (Хвалынский район, Саратовский области (Фото Н. Я. Оринич): справа – крутой берег, обнажающий меловые пород; слева – весьма пологий, сложенный из лёсса склон, сливающийся с дном суходола

В глубоко расчлененных районах часто наблюдается и промежуточная между лощиной и суходолом форма сети, называемая лощино-суходолом. В ней при вполне заметной внешней асимметрии берегов асимметрия в строении покровной породы не доходит, как в типичных суходолах, до стадии полного исчезновения этой породы на солнечных берегах.

В суходольном звене при наличии твердых коренных пород (например, известняков) крутой солнечный берег очень часто бывает высоким и почти отвесным (до 10-15 м и более). В нем обнажается по всему почти откосу коренная порода, покрытая лишь тонким слоем слабо развитой почвы. Противоположный берег, наоборот, бывает пологим, часто незаметно сливающимся со склоном, и притом сплошь сложенным из покровной породы, достигающей мощности 15 м и более (рис. 36). Такой плащ покровной породы (в большинстве случаев состоящей из лёсса или лёссовидного суглинка), утолщаясь сильно по склону, на дне суходола достигает всего до 1-2 м. При наличии твердых коренных пород в вышележащем водосборе покровная порода подстилается слоем наносного щебня (лежащего на коренной породе), а при рыхлых, песчаных, породах – тонким слоем крупнозернистого песка.

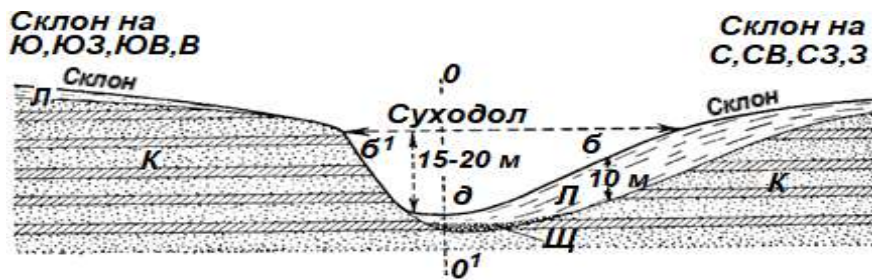


Рис. 36. Поперечный разрез (строение) суходола:

$б$ – пологий теневой берег суходола; $б^1$ – крутой (солнечный) берег суходола; $д$ – дно суходола; $л$ – покровная (лёссовая, лёссовидная) порода; $Щ$ – щебенистый нанос (при наличии твердых пород в коренной толще); $К$ – коренная порода

Подобного рода строение суходола особенно наглядно показывает различный ход развития покровной породы на берегах и склонах различной экспозиции. На более крутых склонах солнечных экспозиций отложение покровной породы должно было происходить в ограниченных размерах, в силу более усиленного поверхностного стока послетретичных вод, уносивших почти сплошь материал покровной породы со склонов. На теневых, более пологих, склонах материал покровной породы хорошо задерживался. Такое геологическое строение суходола хорошо иллюстрирует и последовательность в развитии покровной породы. Она могла начать отлагаться лишь после окончательной стабилизации в коренной породе поперечного и продольного профиля первичных склонов, потому что только в таком случае плащ покровной породы мог оказаться прислоненным нижним концом к основанию склона и при-

крыть дно суходола. В противном случае покровная порода всегда перекрывалась бы мощными слоями крупнозернистого наноса коренной породы, чего никогда почти не наблюдается. В редких случаях в толще однообразной суглинистой покровной породы можно встретить включения тонких слоев крупнозернистого материала коренных пород.

С переходом от лощинного звена к суходольному, помимо увеличения высоты солнечных (крутых) берегов, обычно увеличивается и ширина дна. Это особенно заметно бывает в мало расчлененных районах. Кроме того, во всех почти случаях с переходом от лощинного звена к суходольному уменьшается средний уклон дна сети, который еще более снижается по мере продвижения вниз по самому суходолу и за его пределы.

Описанный поперечный профиль суходольного звена гидрографической сети является наиболее распространенным; на территории Русской равнины его можно считать вообще типичным для звеньев сети, имеющих водосбор свыше 1000-1500 га.

В процессе формирования такого звена первая стадия эрозионного цикла (углубление и подмыв солнечного откоса первичного протока) преобладала над стадией сглаживания склонов, что и вызвало образование резкой асимметрии в крутизне склонов. Такой ход эрозионного процесса мог иметь место лишь в тех районах, где усиленному углублению первичного протока и слабому сглаживанию склонов способствовали соответствующие природные условия, а именно: большой уклон дна первичного протока и сравнительная твердость прорезываемых им коренных пород. Этим объясняется, почему такой тип суходола приурочивается больше всего к районам с резко выраженным рельефом и с наличием в этих районах твердых каменистых пород (мелов, известняков, песчаников). В схеме ход развития описываемого типа суходола представлен на рисунке 37.

В тех же районах, где первая стадия эрозионного цикла по интенсивности своего развития отставала от стадии сглаживания склонов (что могло быть в местностях, сложенных преимущественно из рыхлых песчаных коренных пород), суходольное звено могло принимать поперечный профиль и с иной асимметрией крутизны склонов. Здесь могли быть более сглаженными берега солнечных экспозиций, а более крутыми – теневые. Схема развития склонов в таких случаях показана на рисунке 38. При указанном сочетании природных условий большая сглаженность солнечных склонов находилась в связи с уси-



Рис. 37. Схема развития суходольного звена гидрографической сети при усиленной первой стадии эрозионного цикла (усиленное углубление и подмыв протока и слабое сглаживание откосов протока):

U_1, U_2 – последовательное положение дна протока; n_1, n_2 – последовательное состояние подмываемых откосов протока; C^1, C^2 – последовательные стадии сглаживания откосов; $A^1B^1B^1Г^1$ – первоначальный профиль суходола и прилегающих к нему склонов; $ABВГ$ – окончательный профиль суходола и склонов



Рис. 38. Схема развития суходола при усиленном развитии второй стадии эрозионного цикла (усиленное сглаживание откосов протока) и слабом его углублении и подмыве (обратная асимметрия).

U_1, U_2 – последовательные стадии углубления; n_1, n_2 – последовательное положение откосов подмыва; C^1, C^2 – последовательные стадии сглаживания откосов протока; $A^1B^1B^1Г^1$ – первоначальный профиль суходола и склонов; $ABВГ$ – окончательный профиль суходола и склонов

ленным сносом рыхлых песчаных пород. Такой усиленный снос рыхлых продуктов с солнечных склонов мог к тому же способствовать и отклонению водного потока в сторону теневого берега, который в подобных случаях должен был усиленно подмываться, в результате чего увеличивалась его крутизна.

Эти явления встречаются в северной части центральной лесостепной зоны, в области сплошного развития третьего цикла послетретичной эрозии, где в ложино-суходольном звене наблюдается нередко обратная асимметрия крутизны берегов: крутого северной экспозиции и пологого – южной (рис. 39).



Рис. 39. Обратная асимметрия берегов ложино-суходола (крутой берег теневой, пологий – солнечный) (гидрографическая сеть около с. Синегубова, Тульской области. Фото А. С. Козменко)

Наконец, некоторые отступления от общих условий развития асимметрии берегов могут встречаться в тех районах, где мощные толщи песчаных пород чередуются со слоями твердых пород (песчаников или кремнистых опок), имеющих заметное падение к теневому берегу. В таких случаях наклон слоев мог значительно облегчать подмыв теневого берега (рис. 40)¹.

Промежуточную форму между двумя описанными типами суходолов принимают суходолы в районах мощного развития мела и ему подобных пород. Такие породы, уступая значительно по твердости типичным твердым породам (вроде песчаников, известняков, кварцитов и др.), могли поддаваться не только размыву, но и смыву. В силу этого как первая, так и вторая стадия эрозионного цикла могла развиваться в таких условиях одинаково интенсивно, т. е. процесс усиленного подмыва солнечных берегов мог сопровождаться одновременно и усиленным

¹Таковыми именно условиями, повидимому, должна быть объяснена нормальная асимметрия суходолов, наблюдаемая в некоторых участках по правобережью нижнего течения Волги (между Камышином и Сталинградом), где включенные в толщу рыхлых песчаных пород плотные песчаники, имеющие большое падение на юго-восток (по исследованиям проф. Б. А. Можаровского, на 0,5°), могли создавать условия для более интенсивного подмыва берегов северо-западной и западной экспозиций. В силу этого такие берега, повидимому, и получили здесь большую крутизну по сравнению с берегами противоположных экспозиций.

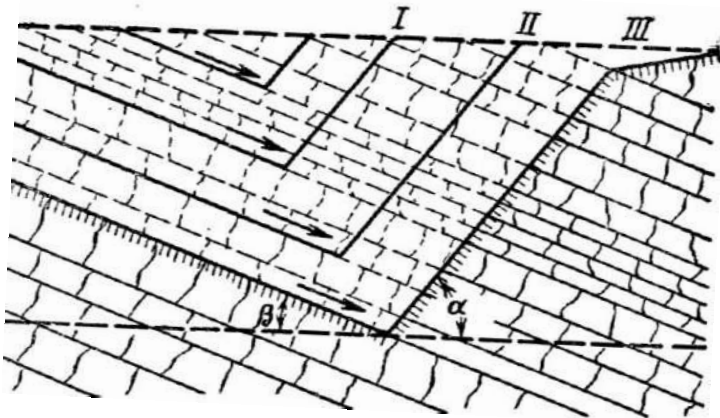


Рис. 40. Схема формирования асимметричных (по крутизне) берегов под влиянием большого наклона слоев твердых коренных пород:

I, II, III – последовательные стадии углубления и подмыва протока (угол α больше угла β)

их сглаживанием. Этим объясняется, почему в меловых районах очень часто солнечные и теневые берега мало отличаются по крутизне друг от друга. В тех местах, где дно суходола имеет большую крутизну¹, где, следовательно, углубление и подмыв могли превалировать над сглаживанием (что особенно часто должно было иметь место в глубоко расчленённых участках водосбора суходолов, примыкающих непосредственно к большим речным долинам), там снова восстанавливается нормальная асимметрия крутизны берегов суходола, с более крутым солнечным и более пологим теньвым берегом.

Мощность покровной породы в суходолах зависит обычно от крутизны первичных берегов и прилегающих склонов: где берега бывают более сглаженными (а потому более пологими), там, при прочих равных условиях, и покровная порода имеет большую мощность. При нормальной внешней асимметрии берегов, когда более крутыми бывают солнечные берега, а более пологими – теневые, покровная порода залегает исключительно на теньвом берегу. В тех же случаях, когда более сглаженным является солнечный берег, покровная порода в большей массе сосредоточивается на этом берегу. В водосборах, где коренная порода, представлена мощной толщей мела и мелоподобных мергелей, в большинстве случаев покровная порода в суходолах сосредоточивается исключительно на теньвом берегу.

В глубоко расчлененных районах, где суходолы прорезают твердые или плотные породы, довольно часто можно встретить эрозионные

¹При одном и том же характере расчленения водосбора в районах меловых и сложенных из песков дно гидрографической сети бывает обычно и более переуглубленным и более пологим, чем в районах, сложенных из твердых пород, где, наоборот, дно сети, трудно поддающееся размыву, имеет всегда более крутое падение.

образования третьего цикла эрозии в виде больших задернованных, покрытых полно развитой почвой следов подмывов в берегах, сложенных из покровной (например, лёссовой) породы. Эти следы подмывов обычно совершенно изолированы от современных протоков поверхностных вод. В некоторых случаях следы древних подмывов бывают подмыты современными водами, создающими в них свежие крутые откосы. Откос древнего подмыва всегда может быть в таких случаях ясно отграничен от современного обнаженного или слабо задернованного подмыва. Можно указать такие местности в центральной части лесостепи (как, например, районы водосборов небольших рек Семенька, Латышка, Любашовка – притоков Красивой Мечи), где ряд суходольных звеньев гидрографической сети сплошь испещрен древними подмывами, свидетельствующими об интенсивной подмывной работе водных потоков, протекавших здесь в период третьего цикла эрозии.

В тех глубоко расчлененных районах, где гидрографическая сеть прорезает сплошь рыхлые коренные породы и имеет сильно углубленное широкое дно, например, правобережье нижнего течения Волги от Камышина до Сталинграда включительно, покровная порода в суходолах заполняет преимущественно дно сети и прилегающие к нему части склонов, причем более сглаженные теневые склоны имеют и большую протяженность плаща покровной породы. В таких суходолах берега сливаются со склонами, которые здесь непосредственно подходят к дну суходола.

В качестве постоянного эрозионного образования, присущего таким суходолам в правобережье среднего и южного течения Волги, является наличие по их дну следа глубокого древнего донного размыва третьего цикла эрозии. Это образование часто имеет в своих (преимущественно солнечных) боках короткие отроги в виде глубоких (задернованных) рвов, рассекающих нередко все дно суходола вплоть до основания прилегающего склона (см. рис. 156, 0³).

В верхних участках суходольного звена эти древние русла имеют почти прямолинейное очертание в плане (шириной до 50-80 м). С переходом в нижние части они становятся шире (до 100-150 м) и глубже (до 15-20 м), прорезая не только всю толщу покровной породы, но нередко и залегающие под ней коренные породы. То с одной, то с другой стороны русел появляются следы полукруглых подмывов, в большинстве случаев покрытых плотным дерном и даже лесной

растительностью. В плане такие русла принимают извитое очертание. Существующие в руслах боковые отроги делаются более широкими, переходя в нижних (по течению) участках суходола в настоящие чашеобразные формы отвершки (рис. 41).

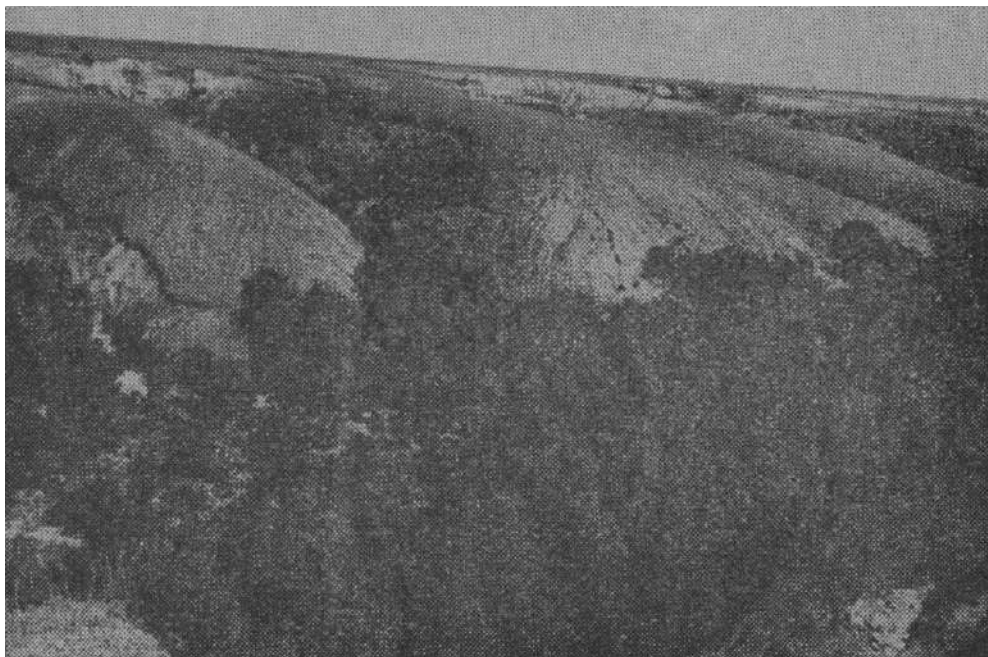


Рис. 41. Чашеобразные отвершки, отходящие от высоких сглаженных боков древнего (донного) размыва третьей эрозии, прошедшего по глубокому суходола (с. Нижняя Банновка, Саратовской области. Фото С. В. Наумова)

Долины

По мере продвижения от суходола вниз по главному стволу начинает появляться новая, более выработанная форма гидрографического звена, называемая долиной.

Обычно этот тип звена совпадает с такими участками гидрографической сети, у которых начинает уже появляться постоянный водный поток, позволяющий называть такое звено речной долиной. Однако это не означает, что долинное звено обязательно должно иметь водный (речной и ручьевого) поток. Термин долина есть понятие геоморфологическое: им будет обозначаться лишь определенная форма развития древней гидрографической сети. Появление потока в том или ином звене сети всецело бывает связано с гидрогеологическими условиями вышележащего водосбора. В зависимости от тех или иных сочетаний

этих условия постоянный ручьево́й поток (даже и большого расхода) может появляться в различных звеньях сети и не только в долинном, но и в суходольном и в лощинном звене; и, наоборот, такой постоянный водный поток может отсутствовать и в полно развитом долинном звене¹.

Форма долинного звена во всех описываемых нами районах резко дифференцируется в зависимости не только от состава коренных пород, но и от уклона дна самой долины. Последнее свойство в свою очередь является тесно связанным с определенным сочетанием глубины базиса древней эрозии и состава коренных пород, прорезаемых долиной.

В основном долинное звено в пределах Русской равнины имеет два типа².

Долина первого типа в схеме представляет собой чередование то в той, то в другой стороне долины высоких крутых вогнутых (полукруглых) берегов с низкими пологими выпуклыми берегами, при извитом (на подобие больших дуг) русле, подходящем то к одному, то к

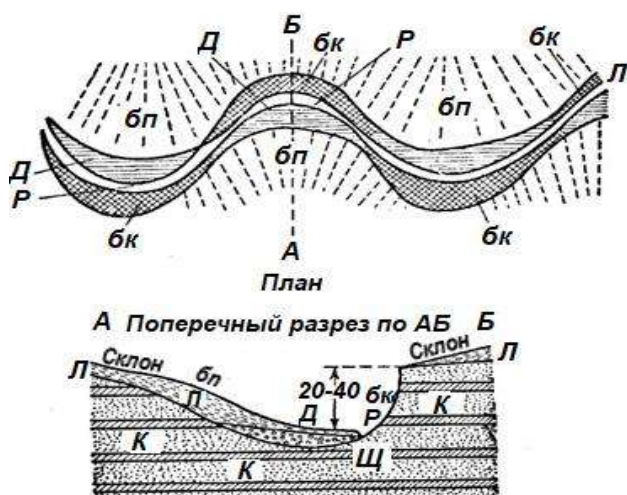


Рис. 42. Схема строения долины первого типа:

бк – подмывной крутой берег долины; *бп* – пологий берег; *Д* – пойма (дно) долины; *Л* – покровная (лессовая, лёссовидная) порода; *К* – коренная порода; *Щ* – щебенистый нанос; *Р* – русло

другому, преимущественно крутому, берегу долины и пересекающему пойму ее на ряд изолированных друг от друга участков, обычно примыкающих к пологому, выпуклому берегу (рис. 42 и 43).

Геологическое строение в поперечном разрезе этой долины обнаруживает обычно такие закономерности:

а) крутой высокий (от 20 м и более) вогнутый берег бывает сложен, как правило, почти сплошь из коренной породы, иногда лишь слабо прикрытой покровной породой в верхней части;

¹Наглядным примером этого могут служить так называемые сухие долины Средней Азии, в которых в настоящее время нередко отсутствуют в сколько-нибудь заметном размере всякого рода сток.

²В дальнейшем имеются в виду преимущественно глубоко расчлененные районы этой территории.

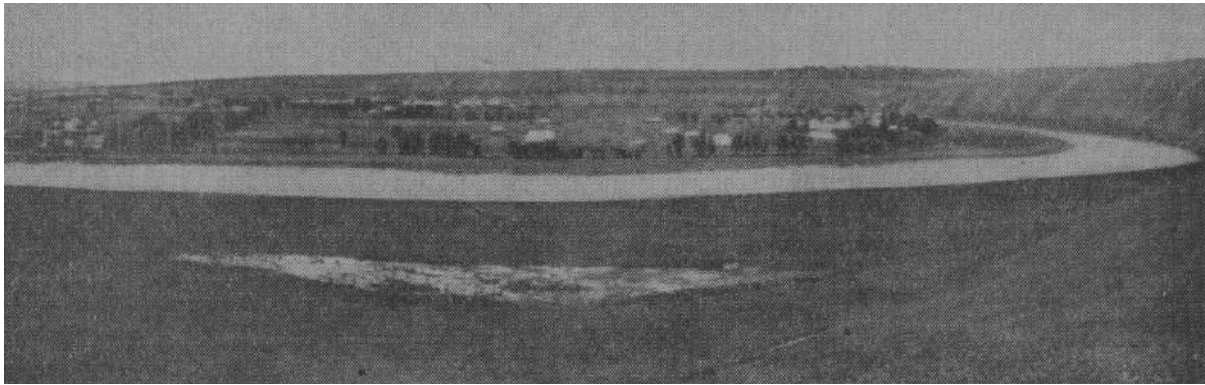


Рис. 43. Речная долина первого тип (р. Зуша у с. Вяжи, Новосильского района, Орловской области. (Фото Ю. К. Зографа)

б) пологий, выпуклый берег бывает сплошь представлен мощной покровной породой, утолщающейся к основанию и налегающей в глубине на коренную породу;

в) плащ покровной породы в значительно уменьшенном слое распространяется и по нижележащей пойме, которая обычно имеет ширину от 100 до 300 м; здесь покровная порода прикрывает щебенистый или галечный слой, лежащий непосредственно на коренной породе. Покровную породу на пойме завершает сверху или почва (тип А), или современный слоистый песчаный или песчано-глинистый речной нанос (тип Б) (рис. 44).

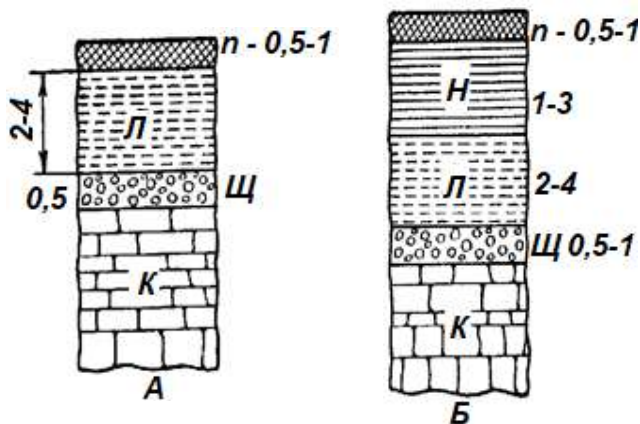


Рис. 44. Схема строения поймы речной долины первого типа (районы выходов девонских известняков. Орловская область):

А – строение незаливаемой поймы; Б – строение заливаемой в полую воду поймы; *n* – почва; Л – покровный (лёссовидный) суглинок; Н – слоистый нанос; Щ – щебенистый слой; К – коренная порода (известняк)

Строение поймы по типу А бывает в тех долинах, где современные весенние полые воды не изливаются на пойму, а строение по типу Б встречается там, где весенние воды регулярно выступают из русла.

Долина первого типа начинает обрисовываться с таких пунктов сети, водосбор которых превышает примерно 5-6 тыс. га и где при этом

уклон дна сети превышает 0,0002, или 0,02°. Подобного рода условия обычно бывают в районах глубоко расчлененных, с густой гидрографической сетью и круто падающими к ней склонами, где сама долина прорезает твердые или плотные (глинистые) коренные породы.

К долинам первого типа может быть отнесена большая часть долин небольших рек Среднерусской возвышенности и прилегающей к ней с запада части Украины; такую же форму имеют и долины наших речных больших артерий – Оки и Дона в их верховьях, входящих в указанную нами полосу Среднерусской возвышенности¹.

Эту же форму имеют и долины некоторых южных рек (например, Северного Донца, Белой Калитвы и др.) в местах прохождения ими высокого массива Донецкого кряжа, обуславливавшего здесь крутое падение их поймы. Форма долины первого типа при уклоне более 0,0002 остается выдержанной на большом протяжении по течению; изменяется лишь размер дуг, образуемых вогнутыми берегами и прилегающим к ним руслом. Эти дуги становятся все более значительными, в связи с чем несколько расширяются и участки поймы, окаймляемые руслом. Оно также становится более широким и глубже врезывается в пойму.

С увеличением размеров вогнутого и выпуклого берегов дуги русла приобретают постепенно более вытянутую (менее вогнутую) форму, вследствие чего долина на отдельных довольно длинных участках, представляется как бы однообразно асимметричной. Но через известное протяжение асимметрия сменяется: крутой берег переходит на противоположную сторону и заменяет собой бывший на этой стороне пологий берег. Это свидетельствует о том, что чередующаяся асимметрия берегов в таких более развитых участках долины первого типа может быть выявлена лишь при исследовании этой долины на большом протяжении.

В связи с тем, что с увеличением водосбора уклон дна (поймы) в долине первого типа обычно уменьшается, с известного ее участка уклон становится уже меньшим указанной выше предельной величины (0,0002), свойственной долинам первого типа. С таких пунктов долина начинает принимать уже иную форму, отличную от форм долин первого типа, которая будет относиться уже к долинам второго типа. Этот тип долин широко распространен в пределах территории Русской равнины и является не только дальнейшей стадией развития долины перво-

¹К первому типу долин относится и долина р. Москвы как в самом городе Москве, так выше и ниже его.

го типа, но может развиваться и непосредственно за обычным сухо-
дольным звеном, составляя его последующую стадию развития.

Характерными особенностями этого типа долины являются: од-
нообразная асимметрия берегов на всем протяжении долины (один
берег крутой, противоположный – пологий), очень широкая пойма (до
1-2 км и более) и сильно извитое, петлистое русло (рис. 45).

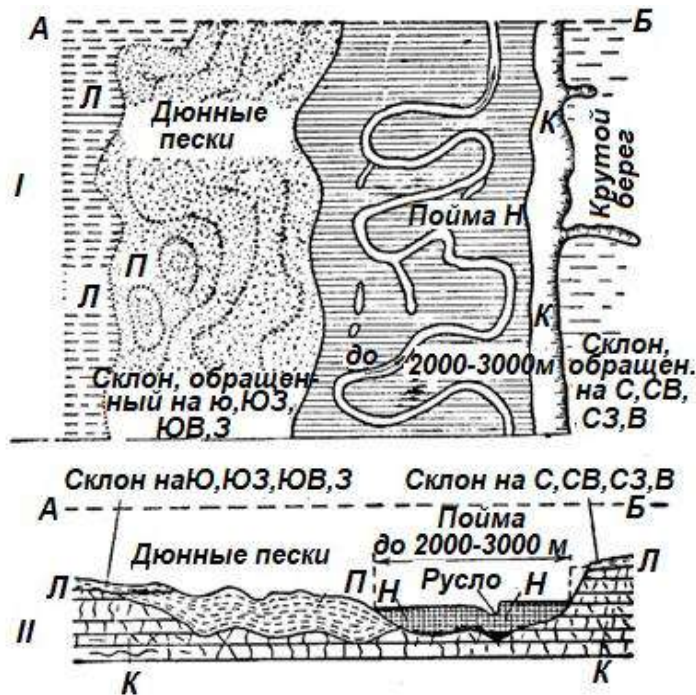


Рис. 45. Строение до-
лины второго типа (долины
юга РСФСР и Украины):

I – план; *II* – попереч-
ный профиль по линии *АВ*;
П – всхолмленные песчаные
(дюнные) послетретичные от-
ложения; *Н* – пойменные от-
ложения; *К* – крутой и высо-
кий берег (сложенный пре-
имущественно из коренных
пород); *Л* – покровная (лессо-
вая) порода

Крутой берег обычно бывает сложен или сплошь из коренных
пород или из коренных пород, прикрытых небольшим слоем покров-
ной породы (преимущественно в верхней части).

Пологий берег бывает сложен из песчаных (обычно всхолмлени-
ных) отложений послетретичных песков или представлен теми же по-
слетретичными песками, но покрытыми слоем покровной (суглинистой
или лёссовой) породы. Пойма в такой долине имеет обычно следующее
строение: под современной почвой залегает слоистый глинисто-
песчаный нанос, под которым лежит погребенная почва, залегающая
или на покровном лёссовом суглинке или на послетретичной песчаной
толще. Ниже этих покровных пород расположен щебенистый слой (или
прослойка), под которым находится уже коренная порода.

Как показали наши наблюдения, высоким и крутым, сложенным
из коренных пород, бывает в большинстве случаев берег долины второ-
го типа теневой экспозиции, обращенный на север, северо-запад, севе-

ро-восток и восток. Противоположный же берег обычно бывает пологий, песчаный; обращен он на юг, юго-восток, юго-запад, и запад.

О причинах такого соотношения будет говориться несколько ниже, здесь же лишь укажем, что в отличие от крутых вогнутых берегов долины первого типа, имеющих обычно сравнительно ровную поверхность, без особенно резких вымоин и впадин, крутой берег долины второго типа, достигающий высоты 50 м и более, бывает часто изрезан большими рвами и углублениями. В верхней части он нередко расчленяется широкими чашеобразными впадинами-отвершками, заполненными по дну покровной (суглинистой или лёссовой) породой. Во многих же случаях вся поверхность такого крутого, высокого берега бывает деформирована оползнями, придающими всему берегу резко волнистый, бугроватый вид.

Противоположный берег бывает более пологим. При наличии песчаных отложений он сильно всхолмлен частыми впадинами и буграми, указывающими на то, что после отложения на нем песков имел место процесс их развевания. Довольно часто такие песчаные отложения прикрываются различной мощности покровной породой (лёмсом, лёссовидным суглинком). Общий массив такого пологого песчаного берега и прилегающего склона очень часто прорезается проходящими через него ложбинами и лощинами (с весьма пологими берегами), берущими начало как в пределах самого песчаного массива, так и за его пределами. Это указывает на то, что образование таких лощин и ложбин происходило уже после отложения песчаных толщ в долине.

Рассмотрим теперь, какие же основные причины вызывали развитие долин различных типов.

В долине первого типа, приуроченной к участкам, имеющим большой уклон поймы, характерной особенностью является: чередование крутых, вогнутых и пологих выпуклых отрезков берега то с одной, то с другой стороны долины и извилистое русло, подходящее то к тому, то к другому, но преимущественно к крутому берегу

Извитая форма берегов долины и русла показывает, что образование ее происходило при воздействии водного потока, текущего в извилистом русле, подходившем то к одному, то к другому берегу, благодаря чему в берегах образовывались полукруглые вогнутые подмывы. Такой тип эрозии, с образованием извилистого русла и чередованием подмывов в настоящее время обычно наблюдается там, где поток воды течет с большой скоростью по поверхности, имеющей большой уклон.

Особенно часто резкие изгибы русла мы можем наблюдать в горных районах; но нередко это можно видеть в обычных суходолах и в таких лощинах, где по крутому и суженному дну протекает весной большой поток воды. Поток в таких условиях никогда не образует в дне прямого русла, а всегда делает в нем различной величины петли, при подходе которых вплотную к берегу образуются полукруглые подмывы. Самообразование изгибов русла, как известно, объясняется турбулентным (вихревым) движением воды в русле, в силу которого в потоке создается серия струй, движущихся с неодинаковыми скоростями.

В тех пунктах русла, где будут соприкасаться струи с повышенными скоростями, живая сила которых превышает сопротивление грунта размыву, произойдет усиленный подмыв русла, а там, где скорости будут небольшие, стенки русла останутся неразмытыми. При таком винтообразном движении воды в потоке струи с большими скоростями попеременно должны будут подходить то к одной, то к другой стороне русла и подмывать в этих местах берег. От этого русла потока приобретает извилистое очертание.

Степень извилистости такого русла бывает тем больше, чем больше масса и скорость движущегося потока. Так как скорость потока зависит от уклона дна русла, а масса водного потока от величины водосбора, то, следовательно, извилистое русло должно развиваться главным образом там, где водосборная площадь (питающая водный поток) будет иметь значительные размеры, а дно самого русла будет иметь достаточно большой уклон.

Этим объясняется, почему долины первого типа приурочиваются к таким глубоко расчлененным районам у которых гидрографическая сеть в местах развития долинного звена имеет большой уклон.

Развитие долины первого типа проходило, по-видимому, такие стадии (рис. 46): а) усиленное врезание русла в берега; б) постепенное сближение соседних дуг; в) соединение мелких дуг и образование новых дуг больших размеров.

С удлинением гидрографической сети и с захватом ею большей водосборной площади размер дуг русла постепенно увеличивался. С того же момента, как площадь питания данного гидрографического ствола отграничивалась от соседних водосборов, фиксировался и общий контур извилистой долины в коренной породе. Затем следовала третья стадия эрозионного цикла – отложение покровной породы преимущественно на более пологих склонах (располагавшихся в та-

ких долинах против крутых, подмытых участков берега) и частично по пойме, где покровная порода могла, однако, отлагаться лишь небольшим слоем и притом главным образом около пологого, намывного берега. Происходило это потому, что значительная часть сносимого со склонов покровного грунта (лесса, лёссовидного суглинка), стекая на дно, должна была большим потоком воды относиться вниз по течению и особенно интенсивно около полукруглого подмытого берега, где развивались наибольшие скорости течения.

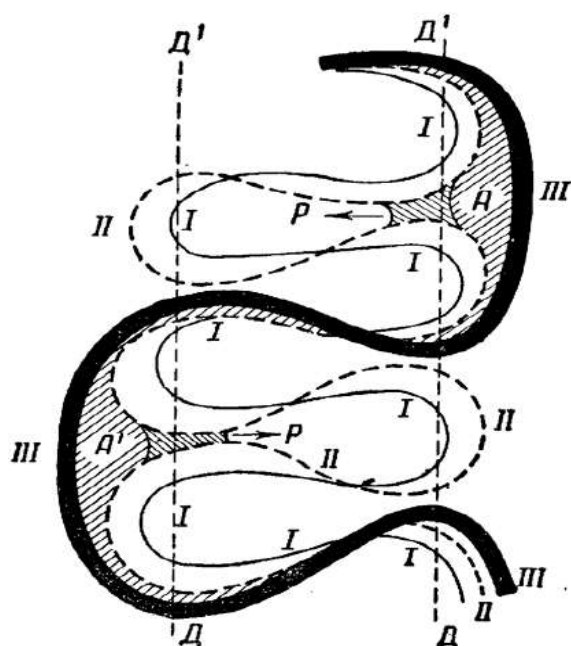


Рис. 46. Схема образования долины первого типа:

I – первая стадия формирования русла (изгибы изолированы друг от друга); *II* – вторая стадия (дуги русла увеличиваются, сближаются друг с другом и в местах прорыва перемычек (*р*) соединяются); *III* – третья стадия (соединившиеся дуги образуют одну большую дугу, усиливающую подмыв берега); *D'D'* – первоначальное положение основания берегов (площадь дна сети в период первой стадии); *A'A'* – часть берега, уничтоженная при подмыве в третью стадию

Как и в других вышележащих звеньях, образование покровной породы в долине первого типа началось лишь после сформирования в коренной породе всей долинной впадины и стабилизации ее дна. На это указывает как залегание, так и слоистость покровного плаща по склону вплоть до коренного дна долины.

К последующим новообразованиям в долинах первого типа, связанным уже с деятельностью поверхностных вод третьего цикла эрозии, должны быть отнесены: а) следы вторичных подмывов в первичных крутых подмывных береговых дугах; б) задернованные следы больших подмывов в пологих (намывных) берегах, сложенных из покровной породы; в) вторичные уступы в пологих берегах, с образованием уступчатой (двойной) поймы.

Все эти три эрозионных образования представляют собой общий результат вторичного размыва поверхностными водами в период тре-

тьего цикла эрозии берегов долины, сформировавшихся в период второго цикла эрозии.

Образования первого типа – следы вторичных подмывов крутых полукруглых вогнутых берегов (сложенных из коренных пород), встречаются не во всех долинах первого типа; больше всего их встречается в среднем течении рек, протекающих в районах развития девонского известнякового массива, в пределах Орловской и Тульской областей.

Возможно, что наиболее подходящими для образования таких вторичных подмывов районами были территории, граничащие с зоной сплошного распространения третьего цикла эрозии. Полукруглый подмывной берег при наличии таких вторичных образований представляет собой, издали как бы грандиозный обвал высокого берега. Фактически, конечно, никакого обвала здесь нет, а имеется лишь след вторичного подмыва, захватившего почти весь этот берег (рис. 47), в силу чего в верхней части образовался уступ.

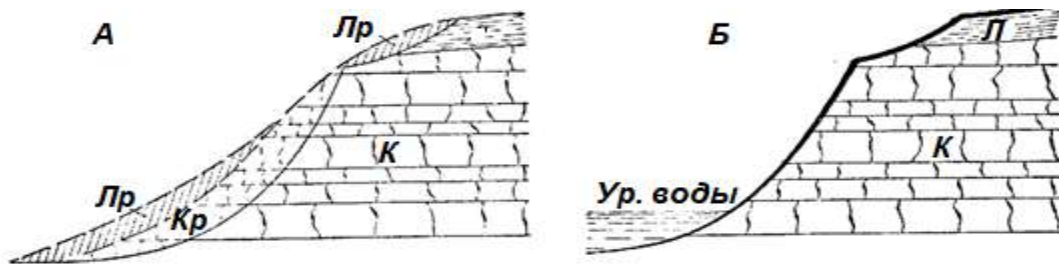


Рис. 47. Схема формирования уступа у верхней бровки высокого «подмывного» берега долины первого типа:

А – профиль берега до начала третьего цикла послетретичной эрозии; Б – профиль берега после окончания третьего цикла; Л – сохранившаяся от размыва в период третьего цикла покровная (лессовидная) порода; Лр – часть покровной породы берега, уничтоженная в период третьего цикла эрозии, в процессе подмыва берега; Кр – часть коренной породы, удаленная в процессе подмыва берега в период третьего цикла; К – коренная порода берега

Следы образований второго типа в виде задернованных (иногда и облесенных) подмывов в берегах, сложенных из покровной породы, представляют уже более частое явление и встречаются почти во всех долинах первого типа (рис. 48). В некоторых местах они бывают так резко выражены, что захватывают почти все протяжение пологого (лессового) берега. Вследствие этого здесь получается весьма оригинальная в плане форма долины, с расширенной в виде круга поймой и

с двумя полукруглыми вогнутыми берегами, расположенными друг против друга (рис. 49). Такой тип долины имеют некоторые участки р. Зуши, притока Оки.

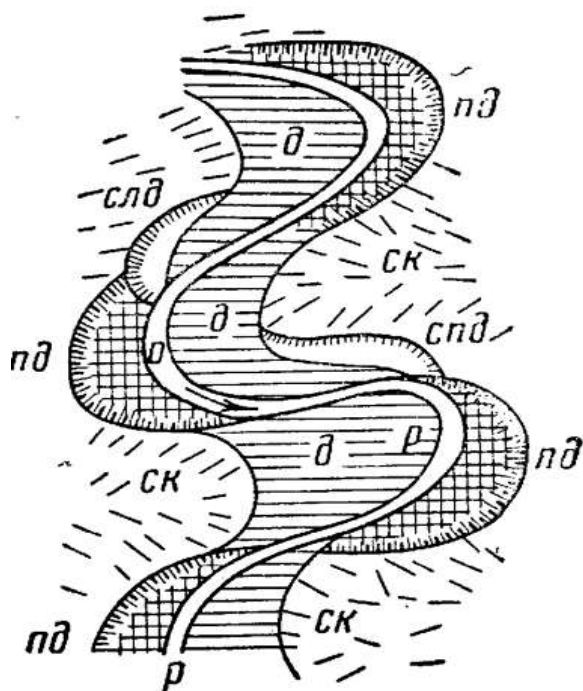


Рис. 48. Задернованные (или облесенные) следы подмыва третьей эрозии в пологих берегах долины первого типа, сложенных из покровной (лессовой, лёссовидной) породы второй эрозии:

пд – крутой (подмывной) высокий берег, сложенный из коренных пород; *ск* – пологий берег (склон), сложенный из покровной (лессовой, лёссовидной) породы *р* – русло; *д* – пойма (дно) долины; *спд* – задернованный (или облесенный) след подмыва в пологом берегу, сложенном из покровной породы

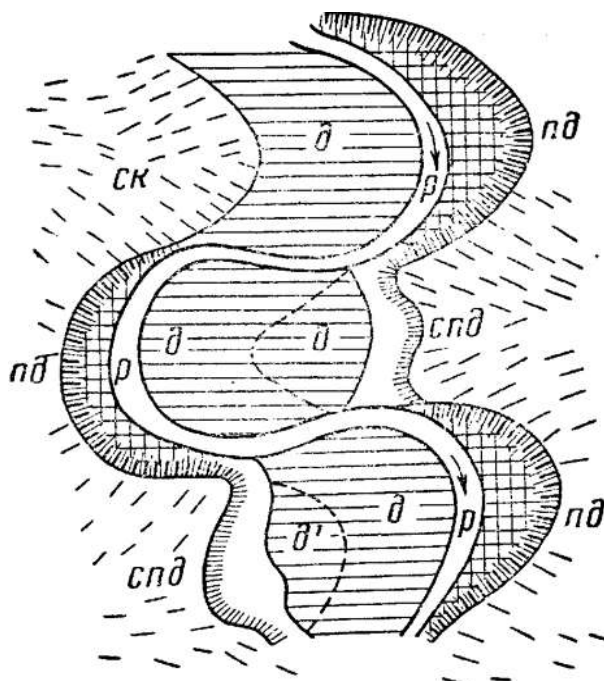


Рис. 49 задернованные следы подмыва (третьей эрозии) в долине первого типа по всему пологому берегу, сложенному из покровной породы (тип «круглой поймы»):

пд – высокий (подмывной) крутой берег в коренной породе; *ск* – пологий берег (склон), сложенный из покровной породы; *спд* – задернованный след подмыва в пологом берегу, сложенном из покровной породы; *д* – пойма (дно) долины; *д¹* – часть поймы, образовавшаяся за счет удаления (подмывом) части пологого берега; *р* – русло долины

Что касается следов третьего цикла эрозии, создающих в долине первого типа двойную пойму, то в центральной лесостепи (зоне почти

сплошного распространения долин первого типа), такие образования встречаются очень редко. Их можно видеть преимущественно по долине р. Упы и по ее притоку р. Шату в районах, примыкающих к г. Туле. Возможно, что эта форма новообразований в долинах первого типа приурочена (как и первый тип следов третьего цикла эрозии) преимущественно к районам наиболее интенсивного и сплошного распространения третьего цикла эрозии, т. е. к более северным районам лесостепи и даже может быть к районам чисто лесным (рис. 50). Развитие такой формы долины связано было, по-видимому, с высоким в таких местах подъемом поверхностных вод, происшедшим в период третьего цикла эрозии и вызвавшим размыв пологого берега на большом протяжении.

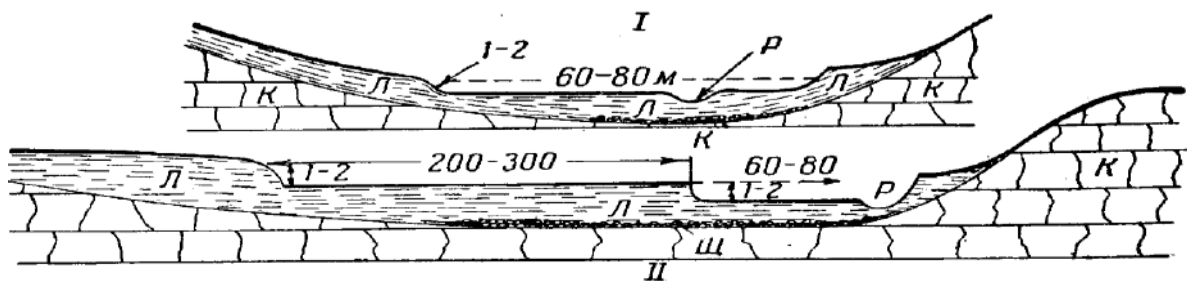


Рис. 50. Следы донного размыва третьего цикла послетретичной эрозии в суходолах и долинах первого типа:

I – след широкого донного размыва в суходольном звене; *II* – двойная пойма в долинном звене (р. Шат, приток р. Упы ниже с. Сергиевского, Тульской области); *Л* – покровная (лессовая, лёссовидная) порода; *К* – коренная порода; *р* – современное русло или сухой водоток; *ш* – щебенистый нанос под покровной породой

Формирование долины второго типа в силу свойственного этому типу небольшого уклона дна должно было идти уже иным путем.

Большие массы стекающей с водосбора воды при слабом падении ложа потока не могли развить большой скорости и создать узкое и извилистое русло. В этих условиях вода должна была создавать для себя проточное отверстие в долине лишь путем ее расширения, но не углубления, так как последнему препятствовало малое падение (слабый уклон) дна долины. Поэтому в результате первой стадии эрозионного цикла должна была появиться здесь в долинном участке гидрографической сети широкая впадина, возможно даже с однообразными по крутизне откосами (рис. 51). Одностороннему углублению и подмыву солнечных склонов, так же как и развитию изгибов в потоке, препятствовал все тот же слабый уклон дна долины, не допускавший развития боль-

ших скоростей течения и проявления в сколько-нибудь резкой форме турбулентного движения с резко различными скоростями в потоке.

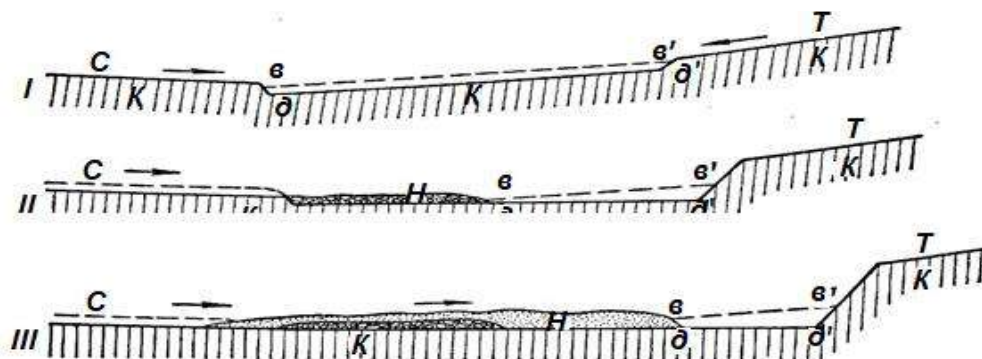


Рис 51. Схема образования долины второго типа:

I – углубление и расширение протока; *II* – углубление и односторонний подмыв берега при сужении протока наносами, смываемыми со склонов в дно долины; *III* – дальнейшее более резко выраженное развитие предшествующей (второй) стадии эрозии; $дд'$ – дно долины в коренной породе; $вв'$ – уровень воды в протоке; *H* – нанос послетретичных песков, сгружаемых со склонов на дно; *K* – коренная порода; *C* – солнечный склон; *T* – теневой склон

После того как отграничилась окончательно площадь водного питания данной долины и в ней образовалось максимальное отверстие для прохода поверхностных вод, с этого момента должна была постепенно

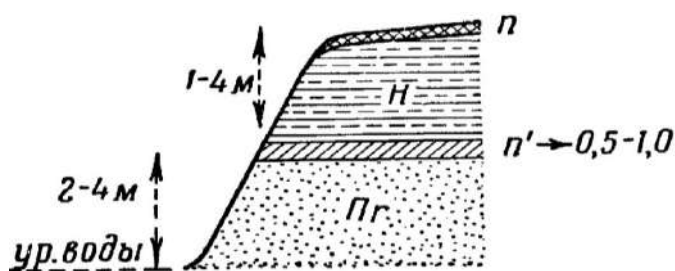


Рис. 52. Схема строения поймы долины р. Дона (долины второго типа) в среднем и нижнем течении.

n – современная почва поймы; *H* – слоистый нанос (отложения современных разливов весенних вод); *n'* – погребенная пойменная почва, формировавшаяся в период прохождения высоких вод в одном лишь русле; *Пг* – песчаные послетретичные пойменные отложения

уменьшаться масса талых (ледниковых или снеговых) вод, вызывавших развитие размыва. Сносимый в долину с ее склонов размывтый грунт, ранее пронесившийся потоком вниз по долине, с момента уменьшения стекающей массы, уже не мог весь проноситься по долине и должен был оседать по ее дну. Снос размываемого материала шел в более усиленной форме на солнечных склонах более нагреваемых экспозиций, где таяние снеж-

ных и ледниковых скоплений должно было идти более интенсивно. Мельчайшие глинистые частицы сносимого материала, попадая в долину, могли уноситься текущим по ней потоком вниз по течению, тогда как крупнозернистый песчаный материал должен был скопляться на первичном (коренном) дне долины у основания солнечного берега (см. рис. 51, *Н*). При небольших сравнительно скоростях течения по расширенной долине водного потока, начавшего уже ослабевать, этот намыв песчаных масс должен был вызывать отклонение основной струи потока к противоположному теневому берегу, который в силу этого мог уже подмываться, образуя отвесные стенки.

С постепенным продвижением песчаных масс к середине долины поток все более и более суживался, отодвигаясь к теневому берегу, около которого создавались большие скорости, вызывавшие все более усиливающийся, его подмыв. Появление таких крутых подмывов в теневом берегу вызывало образование в нем под действием подтекавших поверхностных вод глубоких размывов и формирование глубокой гидрографической сети.

С наступлением третьей стадии эрозионного цикла покровная (лёссовая и суглинистая) порода могла в долине второго типа образовываться преимущественно на теневом склоне и на прилегающей к ней гидрографической сети. На противоположном солнечном склоне с его струженными песками покровный плащ мог отлагаться преимущественно в частях, граничащих с коренным грунтом, или там, где расчленилась песчаная толща. Расчленение это допускало усиление стока поверхностных вод и перенос илистого (глинистого) грунта, так как этим устранялось сильное поглощение стекающей воды песчаным массивом и изоляция ее от дальнейшего стока.

К периоду завершения процесса сгуживания песчаных масс к основанию солнечного берега должно быть отнесено развитие процесса развевания этих песчаных масс и образование на них дюнных всхолмлений, которые окончательно фиксировались несколько позднее под воздействием расселявшейся по песчаной поверхности лесной и травяной растительности.

Рассматривая условия развития долин первого и второго типов, следует всегда иметь в виду, что долинное звено, образуясь в том или ином типе при определенном сочетании рельефа и геологического строения местности, могло в своем развитии переходить из одной формы в другую в зависимости от наличия в данной местности факторов, обуславливавших образование долин первого и второго типа.

Уже указывалось, долина первого типа с понижением участка сети и уменьшением в этом направлении уклона дна принимает постепенно форму, свойственную долине второго типа.

Точно так же можно наблюдать случаи, когда долина второго типа переходит постепенно в долину первого типа. Это бывает тогда, когда в верхнем участке долины в силу небольшого уклона дна (менее 0,0002) создались условия для формирования долины второго типа, а в нижнем участке такая же долина, проходя через территории, имеющие резко выраженные формы рельефа, при более крутом (свыше 0,0002) уклоне своего ложа, могла вызывать здесь развитие формы долины, присущей первому типу.

Хорошим примером такого сочетания условий для формирования долин первого и второго типа может служить долина Северного Донца. В верхнем течении реки эта долина является характерной долиной второго типа, однако в нижнем течении, проходя по возвышенной и глубоко расчлененной территории Центрального Донбасса, сложенной из твердых пород каменноугольной системы, уклон дна увеличивается, и эта долина принимает форму, свойственную долинам первого типа.

Наблюдаются иногда и такие случаи, когда долина первого типа, сохраняя на большом протяжении присущую ей извитую форму (чередующиеся крутые вогнутые и пологие выпуклые берега) на некоторых промежуточных участках, где она прорезает рыхлые коренные породы (способствовавшие переуглублению дна и уменьшению уклона), имеет уже более выпрямленную в плане форму с более низкими, пологими берегами, с более уширенной поймой и петлистым извилистым руслом. Эти признаки (широкая пойма, извилистость и петлистость русла) напоминают типичные признаки формы долины второго типа. При изменении и исчезновении этих специфических условий долина снова принимает прежнюю форму, свойственную первому типу.

Вообще можно сказать, что в долинах первого типа всякие изменения уклона долины в сторону его уменьшения (особенно в связи с одновременным увеличением мощности рыхлых коренных пород) вызывают сокращение, а часто даже и полное выпрямление изгибов, уменьшение высоты и крутизны берегов, уширение поймы и развитие петлистого русла¹. Увеличение же уклона и мощности твердых грунтов в ко-

¹Примером этого в лесостепной зоне могут служить участок р. Зуши около села Измайлова и почти вся долина р. Уперты – приток р. Упы.

ренной породе влечет за собой резкость изгиба долины, крутизну и высоту берегов, сужение поймы и образование крутых изгибов русла.

Рассмотренные два типа долинного звена представляют собой наиболее распространенные формы долин в глубоко расчлененных районах¹. Однако, кроме этих двух типов, в некоторых местностях встречается еще и третий, но более редкий, тип долины, характеризующийся наличием в нем на большом протяжении обоих крутых и высоких берегов при сравнительно узком дне (пойме) и почти прямолинейном русле. К такому типу можно отнести участок долины р. Волги в пределах Самарской Луки (район Жигулей, участок Днепра от Днепропетровска до Запорожья (включающий все пороги этой реки) и некоторые участки рек Среднерусской возвышенности (например, участок р. Красивой Мечи, притока Дона, ниже г. Ефремова до г. Шилова).

Изучение геологического строения и внешней формы долины указанного типа позволяет сделать заключение, что формирование такой долины связано с каким-то грандиозным размывом, происшедшим здесь в период первого послетретичного эрозионного цикла, когда под влиянием прорыва образовавшейся в этих местах перепруды скопившиеся громадные массы стекающей воды хлынули в суженный проток, образовав в нем крутобережную долину прорыва². Возможно, что в силу этих условий мы и не наблюдаем в такой долине тех своеобразных контуров берегов, которые имеются в долинах первого и второго типа и являются свидетелями длительного развития эрозионного процесса, проходившего в период их формирования.

Из приведенных выше описаний основных типов долин, распространенных на рассматриваемой нами территории европейской части СССР, можно видеть, что к формированию этих долин не может быть приложен так называемый закон Бэра, объясняющий асимметрию берегов вращением земли, в силу которого крутым берегом должен быть всегда правый берег долины. Следует отметить, что закон этот совершенно не указывает, с какого звена сети должна проявляться асимметрия и к каким потокам и их мощности он может быть применен: к потокам ли современной эрозии, являющимся обычно несоизмеримо малыми с размерами долины, или к потокам послетретичных

¹Типы долин в пологих районах не рассматриваются.

²Можно предположить, что в иных случаях перепруда эта могла создаваться и в результате надвигания местного или северо-скандинавского ледника на участок, где ранее сформирован основной проток, который был этим ледником перепружен и направлен по другому пути.

вод, обладавшим громадной водной энергией. Нами установлено, что в большинстве случаев асимметрия суходольного звена обязана исключительно различным условиям инсоляции берегов (солнечных и теневых экспозиций), в силу чего, например, у суходола крутым может быть и правый и левый его берег.

Что касается долин первого типа, у которых крутые берега чередуются попеременно на той и на другой стороне, то здесь крутым бывает даже на небольшом протяжении и правый, и левый берег; следовательно, и по отношению к долинам этого типа закон Бэра также является неприменимым. В этих долинах имел место закон изгиба русла, связанный с турбулентным движением потока, текущего по руслу, имеющему большой уклон, благодаря чему здесь создались условия для образования извитой долины с попеременным чередованием в ней крутых и пологих берегов.

В долинах второго типа, где асимметрия крутизны является однообразной на большом протяжении, действовал так же, как и в суходолах, закон инсоляции; здесь происходил усиленный снос со склонов солнечных экспозиций песчаных масс в долину и отклонение этими массами потока воды к противоположному берегу, который от этого интенсивно подмывался.

Долины третьего типа (долины прорыва), в которых оба берега бывают крутыми, не подтверждают закон Бэра совершенно.

Ко всему сказанному о различных формах долинного звена необходимо добавить следующее.

В каждом отдельном пункте гидрографической сети поперечный ее профиль являлся функцией следующих трех переменных: расхода воды, проходившей через данный пункт, продольного уклона дна и состава (рыхлости) коренных пород, рассекавшихся в данном пункте. Поэтому изучение формы каждого отдельного звена гидрографической сети (в частности, долинного звена) не может проводиться без учета площади и крутизны водосбора, определявших размер водного потока, величины продольного уклона дна звена, определявшего живую, размывающую, силу этого потока, и состава коренных пород, слагавших откосы водного потока и определявших степень податливости откосов русла размыву.

Звенья гидрографической сети принимали различную внешнюю форму и внутреннее строение берегов и дна сообразно тому или иному сочетанию в данном пункте основных естественных факторов сто-

ка. В силу этого не только отдельные звенья, но и отдельные участки звеньев могли получать разнообразный продольный и поперечный профиль и разнообразное строение их берегов и дна. К сожалению, это обстоятельство часто не учитывается при изучении строения долин и нередко, говоря о форме той или иной долины, не указывается размер водосбора долины в месте описания, а, главное забывается, что в развитии её принимали участие не современные стекающие воды, а воды тающих ледников и снежных скоплений послетретичной эпохи, развивавшие такой грандиозной силы эрозионный процесс, в сравнении с которым современный размыв представляется совершенно незначительным явлением. Помимо всего этого, не принимается часто во внимание и то обстоятельство, что в создании той или иной формы долинного звена принимала большое участие своеобразная (третья) стадия послетретичного, эрозионного цикла – отложение покровной (лёссовой) породы, которая совершенно отсутствует в развитии современных эрозионных образований.

Соотношение отдельных звеньев сети и их зональные изменения

Ознакомившись с типичными формами отдельных звеньев гидрографической сети, рассмотрим, как могут распределяться отдельные звенья в водосборе какого-либо большого гидрографического ствола.

Прежде всего следует указать, что в общей системе отдельных звеньев сети замкнутого водосбора наблюдается, как правило, определенное соотношение верхних и нижних звеньев, в котором вышележащие имеют больший процент протяжения по сравнению с нижележащими, иначе говоря, лощины занимают большую часть общей длины, чем суходолы, а суходолы – большую, чем долины. Приведем для пояснения этого соответствующие процентные сочетания длины отдельных звеньев сети, вычисленные Тульской гидрологической экспедицией для двух больших водосборов центральной лесостепной зоны: водосбора р. Зуши с р. Плавой (обе реки системы Оки), имеющего площадь 5550 км² и водосбора Красивой Мечи (притока Дона), с площадью в 4920 км² (табл. 1).

Данные таблицы 1 показывают, что ложбины и лощины с небольшими отвершками, т. е. наиболее мелкие звенья, занимают до 60% протяжения сети, а вместе с суходолами и промежуточными лощино-суходолами – более 90% сети, на долинное же звено приходится всего 7-8% протяжения сети. Из этого следует, что характер рас-

членения территории, а отсюда и характер ее рельефа создается исключительно сетью лощин и суходолов, а поэтому для суждения о рельефе территории вполне достаточным показателем может являться рельеф водосбора суходола, так как он включает в себя все наиболее характерные участки территории.

Таблица 1

Сочетания длины отдельных звеньев сети

Название звена гидрографической сети	Величина водосбора звена, га	Протяжение на водосборе:				Протяжение на обоих водосборах	
		р. Зуши		р. Красивой Мечи		км	% от всей длины сети
		км	% от всей длины сети	км	% от всей длины сети		
Ложбины, лощины и отвершки лощин	0-500	3707,6	56,67	4910,4	68,22	8618,0	62,78
Лощино-суходолы	500-1500	1371,4	20,96	1062,7	14,74	2434,1	17,71
Суходолы	1500-5000	923,4	14,11	693,9	9,69	1717,3	11,76
Долины речные	Свыше 5000	541,4	8,27	532,9	7,40	1074,3	7,74
Всего		6543,8	100,00	7199,9	100,0	13743,7	100,00
Средняя расчлененность территории		1,18		1,46		1,31	

Распределение отдельных звеньев естественной водоотводящей гидрографической сети напоминает картину распределения водоотводящих каналов, которую можно видеть в каждой искусственно создаваемой канализационной и осушительной сети, где так же, как и у гидрографической сети, главный магистральный канал (аналог речной долины в гидрографической сети) имеет наименьшее протяжение, каналы же второго, третьего и последующих порядков постепенно увеличивают свое общее протяжение по мере перехода к более верхним звеньям.

Из сказанного становится понятным, что форму и характер строения какого-либо нижележащего звена нельзя рассматривать вне связи со всеми вышележащими звеньями сети, считая их каким-то самодовлеющим образованием. Так, например, выявление особенностей внешнего и внутреннего строения большой речной долины нельзя отрывать от всего остального вышележащего водосбора и всей его гидрографической сети, расположенной выше пункта, где изучается дан-

ная долина. Иначе говоря, нельзя считать речную долину самостоятельным образованием и не учитывать того, что речная долина в каждом отдельном ее пункте представляет функцию всей вышележащей системы звеньев гидрографической сети. В зависимости от сочетания тех или иных геоморфологических факторов (крутизны, геологического строения и пр.) профиль речной долины принимал соответствующее данному пункту внешнее и внутреннее строение¹.

Указанное соотношение отдельных звеньев гидрографической сети может иметь отклонение в ту или иную сторону в зависимости от глубины расчленения водосбора и состава коренных пород, слагающих этот водосбор. Обычно наблюдается, что чем глубже расчленение водосбора, тем процентное соотношение верхних и нижних звеньев сближается, а превышение протяжения лощин над протяжением суходолов делается меньшим. Отсюда следует, что суходольное звено появляется при значительно меньшей величине водосбора, при глубокорасчлененной территории, т. е. суходольное звено в глубоко расчлененном водосборе как бы приближается к водоразделу. Такое явление станет вполне понятным, если учесть, что форма каждого звена отражает в себе размер массы стекающей воды, участвовавшей в создании поперечного профиля звена, размывающая же сила стекающей воды должна была зависеть от интенсивности стока поверхностных вод, т. е. расхода воды в единицу времени и скорости ее течения. Эти два условия тесно связаны с величиной и уклоном водосборной площади, и чем последние больше, тем больше должна была быть и размывающая энергия стекающей воды.

Так, например, для одного и того же большого водосбора р. Зуши в верхнем ее течении, где средние уклоны не превышают 10 м на 1 км протяжения склона, типичное суходольное звено появляется при водосборе около 2000 га, в нижнем же течении, где эти средние уклоны доходят до 20 м и более на 1 км, то же типичное суходольное звено формируется с водосбора в 500-600 га.

Густота гидрографической сети (коэффициент расчленения) определяемая путем деления общего протяжения сети на водосборную площадь, при прочих равных условиях, находится в прямой зависимости от глубины расчленения территории, т. е. от средней разности высот водоразделов и прилегающих низин. Для эродированных районов центральной лесостепи коэффициент расчленения колеблется

¹Это обстоятельство нередко исследователями не учитывается.

от 1 до 1,5 км протяжения сети на 1 км² водосбора, в глубоко расчлененных водосборах правобережья Волги он достигает до 2,5.

Глубина и выраженность сети зависят от состава пород, слагающих данный водосбор. Здесь наблюдается в большинстве случаев такое соотношение, что при одной и той же величине среднего превышения водоразделов над дном сети крутизна берегов сети тем больше, чем тверже слагающая водосбор порода. Этим обстоятельством, между прочим, объясняется особенность гористого типа расчленения правобережья среднего течения Волги (см. рис. 81), где наиболее резко выраженная гидрографическая сеть приурочивается к водораздельной части водосбора суходолов, сложенной из твердых верхнемеловых пород, а более сглаженная – к приустьевой, сложенной из рыхлых (песчано-глинистых) нижнемеловых пород.

Следует отметить, что густота сети, при одинаковых других условиях, бывает связана и с интенсивностью развития в данной местности третьего цикла эрозии. В местностях, где этот цикл имел сплошное и интенсивное распространение, обычно гидрографическая сеть бывает густой, представляя собой в таких случаях значительное удлинение и разветвление гидрографической сети, созданной в предшествующие два эрозионных цикла.

Наглядным примером этого могут служить все северные районы центральной лесостепи и глубоко расчлененные районы лежащей к северу от нее лесной зоны (см. рис. 26).

Перейдем теперь к описанию некоторых видоизменений гидрографической сети, чаще всего встречающихся.

В районах пологих, с незначительной глубиной местных базисов эрозии (с небольшой относительной разностью высот водоразделов и прилегающего дна сети), где коренными породами являются рыхлые песчано-глинистые слои, верхние звенья сети – ложбины и лоцины – занимают наибольшее протяжение в общей длине сети и имеют формы, очень схожие друг с другом, в виде очень неглубокой (до 2-3 м), но довольно широкой впадины, тянущейся на большом протяжении и дающей такой же формы боковые ответвления, незаметно сливающиеся с окружающими склонами, от которых они бывают часто даже и трудноотличимы.

При залегании в данном водосборе в толще коренных пород водоупорных слоев и прослоек дно таких широких лоцин-ложбин бывает сильно заболоченным, обнаруживая во многих местах большие

залежи торфа; дно делается еще более расширенным (до 80 м и более) за счет заполнения торфяной массой ранее бывшей здесь более углубленной лощины, в силу чего получается оригинальный поперечный профиль торфяной лощины с плоским широким дном и низкими (почти незаметными) берегами (рис. 53).

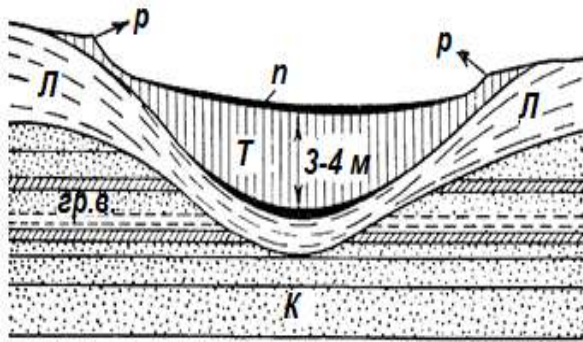


Рис. 53. Вертикальный поперечный профиль через лощину с отложением торфа по дну:

n – почва; *p* – напашь по границе пашни и луга; *T* – слой торфа; *Л* – покровная (лёссовидная) порода; *К* – коренная (песчано-глинистая) порода; *гр. в.* – грунтовая вода

Подобного типа лощины довольно часто можно встретить в верховьях многих рек центральной лесостепи, в районах сплошного залегания юрских и юрско-меловых и каменноугольных глин, как, например, в верховье Дона (около г. Епифани) и его притоков, в верховьях р. Любовши (р. Труды), в верховьях Оки (выше г. Орла) и Сейма¹.

Резкую противоположность описанному типу верхних звеньев представляют лощины в глубокорасчлененных районах, сложенных из песчано-глинистых пород. В таких местностях многие лощины принимают форму впадин с довольно высокими (до 15 м и более) берегами, с асимметричным строением покровной породы, а во многих случаях и с асимметричной крутизной солнечных и теневых берегов.

Такого типа лощины можно встретить в приречной правобережной полосе среднего течения р. Десны (от Новгород-Северского до Чернигова) и среднего течения Днепра (от Киева до Канева и ниже).

В глубоко расчлененных районах часто встречающейся формой лощин являются короткие чашеобразного вида отвершки, развитые преимущественно в верхних частях крутых и высоких берегов суходолов и долин. Симметричные по крутизне берега таких чашеобразных отвершков бывают в большинстве случаев лишены сплошного плаща покровной породы, которая залегает в них преимущественно лишь по дну (рис. 54).

¹Такой тип является преобладающим и в зоне так называемой Тамбовской впадины.



Рис. 54. Лощина с частыми боковыми чашеобразными отвершками в берегу (Верховский район, Орловской области. Фото Ю. К. Зографа)

Генезис таких отвершков связан с развитием в таких высоких крутых берегах (в период второго цикла эрозии) громадных размеров широких и коротких рвов, заполненных по дну (в третью стадию второго цикла эрозии) покровной породой (лёссом или лёссовидным суглинком. Чаще всего такие чашеобразные отвершки встречаются в берегах, сложенных из рыхлых песчаных пород, где они достигают больших размеров, имея значительную толщ покровной породы по своему дну¹. Встречаются иногда такие короткие отвершки и в меловых берегах, но в этих случаях они приурочиваются лишь к берегам с большой высотой и крутизной. Особенно часто их можно встретить по правобережью среднего течения Дона на участках, сложенных из мощной толщ мела.

Короткие отвершки отличаются от отвершков, образовавшихся в песчаных берегах, более резко выраженной крутизной, причем взамен мощного лёссового плаща по дну меловых отвершков залегает обычно менее мощный слой серовато-белой мергелистой породы, переходящей иногда (в местах с залеганием поверх мела песчаных, третичных, пород) в светло-палевую карбонатную породу.

В местностях с менее резко выраженным рельефом отвершки чашеобразного типа встречаются почти исключительно в берегах, сложенных из рыхлых песчаных коренных пород. Отвершки здесь захватывают весь берег, а не только верхнюю его часть, как в предыдущем

¹Такие чашеобразные отвершки почти всюду являются очагами зарождения громадных современных рвов, зачастую выходящих далеко за пределы такого отвершка на окружающий пахотный склон.

случае, и могут следовать по большому звену сети (например, суходолу) почти друг за другом, образуя гофрированный берег (см. рис. 54, рис. 55).

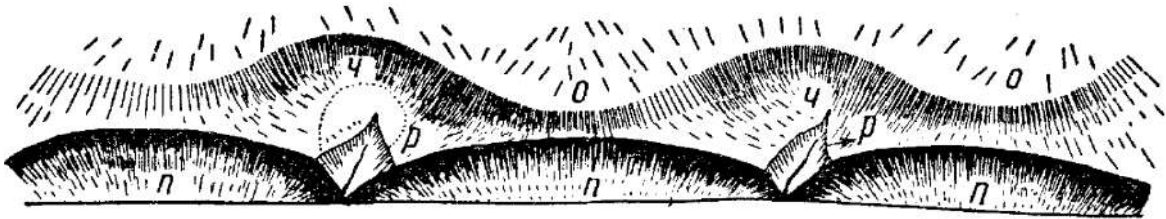


Рис. 55. Схема гофрированного берега:
ч – чашеобразные отвершки; о – выступающие купола между отвершками;
р – размыв по дну отвершка; п – подмывной (крутой) берег

В большинстве случаев такие отвершки в пологих районах имеют мощный слой покровной породы, которая может здесь залегать не только по дну, но и по берегам (более мощным слоем на теневом и менее мощным – на солнечном берегу).

К специфическим формам гидрографической сети должны быть отнесены особые ее контуры, связанные с некоторыми физико-геологическими процессами, имевшими место как в период формирования сети, так и в период, следовавший за его окончанием, но во всяком случае не связанный с современной эрозией.

К таким специфическим контурам гидрографической сети должны быть отнесены участки с оползневыми берегами. Оползни берегов сети представляют собой довольно частое явление и в современную эпоху. Это явление, как известно, связано с нарушением целостности земляных масс берега под влиянием каких-либо глубоких современных размывов и подмывов, происшедших в берегах с близким залеганием в них грунтовых вод¹.

Рассмотрим теперь те древние оползневые образования в берегах сети, которые обязаны древней послетретичной эрозии, формировавшей существующую ныне гидрографическую сеть со всеми ее типичными особенностями строения берегов и дна.

Древние оползневые образования, придающие берегу характерный бугроватый вид с типичной для них стенкой оползня на верхней бровке берега (рис. 56), можно часто встретить на сплошь облесенных берегах, где нет никаких следов современной эрозии и следов какого-

¹Об этих современных оползневых процессах подробно будет сказано ниже.

либо современного русла реки, подход которого к берегу мог бы вызвать подмыв и нарушение равновесия земляных масс берега с образованием современного оползня.

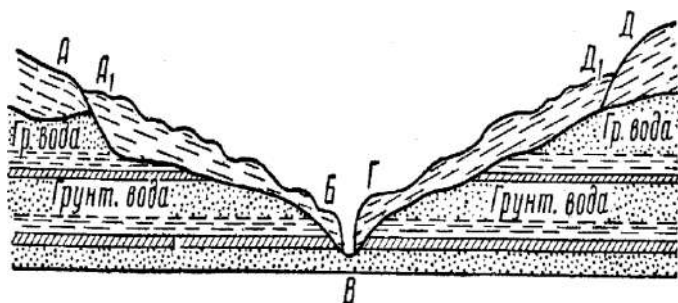


Рис 56. Профиль лощины с оползневыми берегами:

A_1B и $ГД_1$ – оползневая поверхность берега; AA_1 и $ДД_1$ – «стенки» оползня; $BBГ$ – суженный и углублённый оползнями водоток (донный размыв)

Такие древнеоползневые поверхности встречаются довольно часто в районах с близким залеганием грунтовых вод, где в настоящее время на необлесенных берегах широко развиты современные оползневые явления, которые в большинстве случаев представляют собой уже вторичные образования, прошедшие по ранее бывшим здесь древним оползневым поверхностям.

К древним оползням следует отнести и все почти облесенные оползневые поверхности на крутых берегах наших больших рек – Волги и Днепра, на участках, расположенных в стороне от современного русла. Такими участками можно считать значительную часть оползневых волжских берегов (на участке Новодевичье – Ульяновск), расположенных хотя и вблизи от русла, но сплошь покрытых густым лесом и не имеющих сейчас никаких следов современных оползневых явлений в виде трещин или обнаженных стенок оползня.

Образование большинства таких древних оползней следует отнести к третьему циклу послетретичной эрозии, когда развившийся интенсивный сток и размыв могли в районах с близким залеганием грунтовых вод и в местах, не покрытых древесной растительностью, легко вызвать оползание берегов, частью под воздействием подмыва стекающей водой, частью при избыточном поглощении поверхностных вод и скоплении их на водоупорной глине, служившей плоскостью скольжения земляных масс.

В большинстве случаев древние оползневые поверхности встречаются на тех берегах, в подошве которых нет большого слоя покровной породы, являвшейся в таких случаях как бы естественной подпорной стеной, препятствовавшей сползанию вышележащих масс берега.

Чаще всего древние оползневые поверхности бывают приурочены к высоким крутым солнечным берегам суходольных звеньев сети и к крутым (подмывным) берегам долин первого и второго типа, на которых непосредственно обнажаются на поверхность коренные породы.

Довольно близкими по генезису к древним оползневым поверхностям должны быть отнесены контуры звеньев сети, с особого рода асимметрией крутизны берегов, возникшей из-за обильного выхода грунтовых вод и образования в каком-либо одном берегу мощной линзы торфа, резко выступающей на поверхности этого берега (рис. 57).



Рис. 57. Лощина с ассиметричными по строению берегами, образовавшимися благодаря отложениям торфа по одному берегу:

к – коренная порода; л – покровная (лёссовидная) порода; Т – отложения торфа; ур. гр. в. – уровень грунтовых вод

Такого типа ассиметричные профили берегов гидрографической сети обычно встречаются в лощинах и лоцино-суходолах на участках водосбора с мощно развитыми в коренной породе слоями глин, перемежающимися с песком.

В данных условиях при развитии послетретичной эрозии выклинивание обильных

грунтовых вод могло парализовать усиленное иссушение солнечного берега и более интенсивный его подмыв, способствовавший в других условиях появлению нормальной (эрозионной) асимметрии крутизны берегов. Если же ко всему этому при выклинивании грунтовой воды имело место образование у подножья берега торфяной подушки, то она могла в дальнейшем вызвать как отклонение водного потока к противоположному берегу, так и создание обратной асимметрии берегов в более резкой форме. Надо отметить, что такая аномалия в крутизне берегов наблюдается лишь при невысоких берегах сети. При значительной высоте берегов выклинивание из них обильных грунтовых вод обычно должно было сопровождаться оползнями, осложнявшими процесс формирования более крутых берегов на теневых склонах.

Довольно большое число лощин с описанной выше обратной асимметрией берегов можно встретить в северной части центральной лесостепи, в районе сплошного распространения нижнекаменноугольных глин, как, например, в верховьях Дона и его притоков Шиворони и Шата близ станций Узловой и Бобриков. В этих местах обычная для

центральной лесостепи асимметрия берегов (с более крутым солнечным берегом) переходит в обратную, только из-за образования около основания берега солнечной экспозиции (в данном случае западной и южной) большой торфяной подушки, способствовавшей, видимо, более усиленному подмыву противоположного (теневого) берега.

Следует отметить, что во многих местах указанная аномалия здесь еще более усилилась после появления в период третьего цикла эрозии вплотную около крутого берега донного размыва, вызвавшего еще больший его подмыв¹.

Помимо перечисленных местных изменений типичных форм отдельных звеньев сети, связанных с выходами грунтовых вод и встречающихся в различных районах, имеются и такие видоизменения в контурах сети, которые бывают присущи лишь каким-либо одним геоморфологическим зонам, отсутствуя совершенно в других.

К таким нужно прежде всего отнести контуры гидрографической сети, развитые в районе мощного залегания мола и мелоподобных мергелей. В этот район входит большая территория юго-восточной и южной части Воронежской области и прилегающие к ней восточные части Курской и Харьковской областей². Мощная толща мела и мелоподобного мергеля составляет здесь почти всю толщу коренных пород, покрываясь сверху лишь небольшим слоем третичных, преимущественно песчаных (реже песчано-глинистых) пород. При таком составе и строении коренных пород гидрографическая сеть от нижнего (долинного) и почти до самого верхнего лощинного звена характеризуется относительно широким дном и значительно меньшим уклоном по сравнению с соседними, имеющими аналогичную глубину расчленения, районами.

Такая особенность строения гидрографической сети может быть объяснена особым ходом развития первого и второго циклов послетретичной эрозии, проходивших здесь почти сплошь в толще однообразной меловой породы, являвшейся по своим эрозионным свойствам промежуточной между рыхлым песком и более твердым известняком. Эти свойства коренного грунта давали возможность водному размывающему потоку сильно врезаться вглубь, сохраняя одновременно

¹Такие контуры поперечного профиля обусловили и специфический ход развития здесь современного размыва (см. ниже).

²Этот район можно примерно отграничить линией, идущей (начиная с юго-востока) от Богучара к Купянску, отсюда к северо-западу на Волчанск, Белгород и далее на восток по направлению к Нижнедевицку, а отсюда к югу, по правому берегу Дона, снова на Богучар.

большую крутизну боковых откосов углубляемого ложа и вместе с наличием в данном районе постоянного (не сильно углубляющегося) базиса древней эрозии, не позволяли этим потокам создавать крутые уклоны равновесия ложа, а заставляли их больше всего распирать это ложе в стороны. При этом условии дно большей части звеньев сети в меловых районах оказалось сильно переуглубленным и пологим, но в то же время сильно расширенным. Берега и прилегающие склоны сохранили здесь более резкие очертания, получив большую крутизну и высоту, чему в немалой степени способствовало и слабое (при коренном меловом субстрате) развитие покровной породы. В других условиях коренного грунта покровная порода могла бы значительно сглаживать всякие резкие контуры рельефа. В итоге для отдельных звеньев гидрографической сети описываемого мелового района получились следующие характерные особенности:

1. Ограниченное развитие лощинного звена в его типичной форме (с симметричными по крутизне берегами, и быстрая замена его лощино-суходольным звеном с внешней асимметрией берегов (рис. 58).

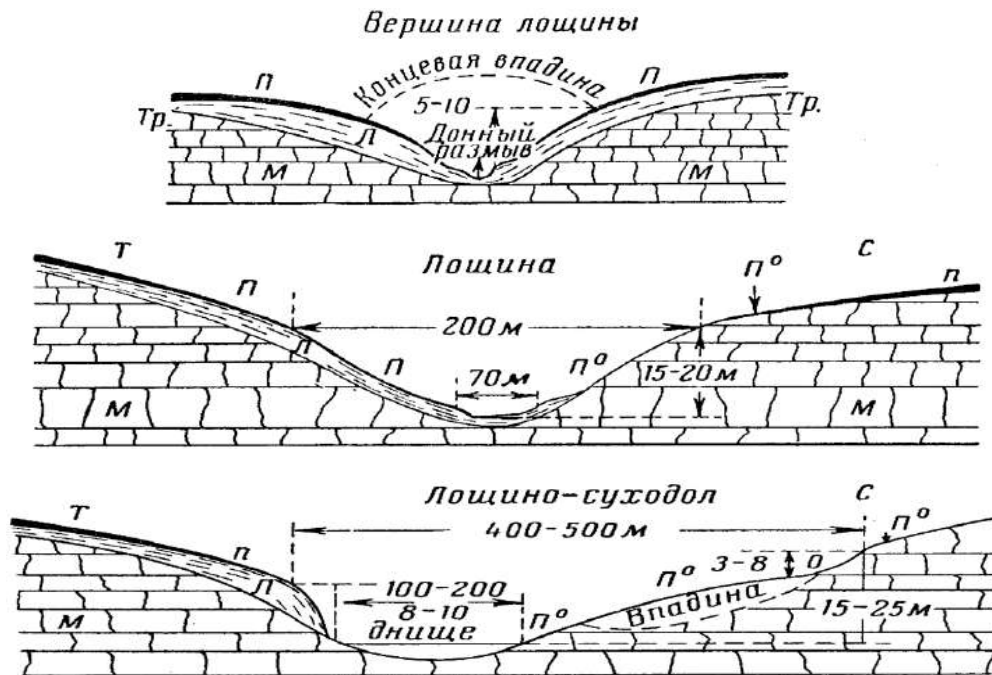


Рис. 58. Поперечные профили верхних звеньев гидрографической сети в меловых районах (Воронежская и Курская области):

Т – теневой склон; *с* – солнечный склон; *л* – покровная (лёссовая) порода; *Тр.* – третичные коренные (песчаные) породы; *м* – меловые (мелоподобные, опоковые) коренные породы; *п* – почва полноразвитая; *п°* – почва неразвитая; *о* – обнажение мела

2. Слабое развитие концевых пологих ложбин и, наоборот, большое распространение концевых и боковых коротких чашеобразных отвершков, особенно по крутым и высоким берегам больших речных долин (Дона и его правых притоков).

3. Своеобразное проявление внешней асимметрии берегов в лоцинно-суходольном и суходольном звеньях, выразившейся в образовании на верхней части солнечных берегов крутого отрезка (по общему виду напоминающего стенку оползня) и сглаженного к низу откоса (см. рис. 58, рис. 59). Такая форма солнечного берега отличает его от обычного типа берегов суходолов в других районах, где берега бывают сплошь резко крутыми. Это обстоятельство здесь связано с затрудненностью одностороннего углубления ложа потока при усиленном сглаживании солнечного берега и склона, сложенных из меловых пород.

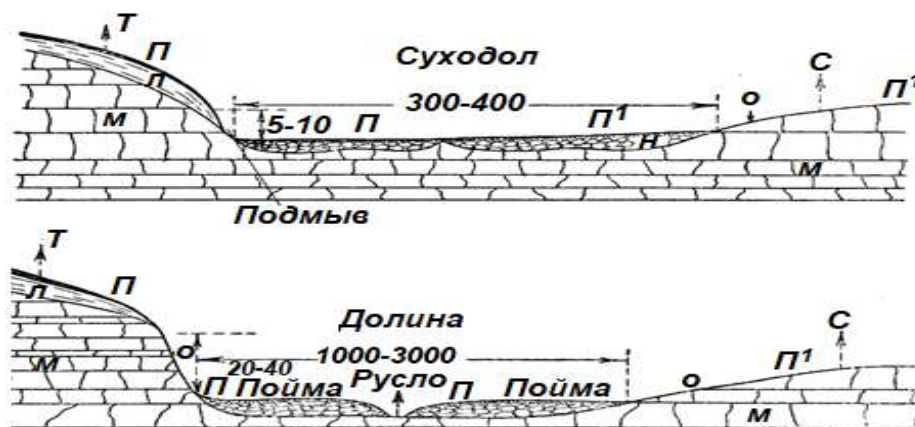


Рис. 59. Поперечные профили нижних звеньев гидрографической сети в меловых районах:

T – теневой склон; *C* – солнечный склон; *л* – покровная (лессовая) порода; *м* – меловые (мелоподобные опоковые (коренные)) породы; *п* – почва полноразвитая; *П¹* – почва неразвитая; *o* – обнажение мела

4. Наличие в некоторых глубоко расчлененных районах древних эрозионных образований на солнечных берегах лоцинно-суходольных и суходольных звеньев в виде глубоких, вытянутых по скату берега впадин (рис. 60 и 61), являющихся следами больших рвов и промоин третьего цикла эрозии¹.

¹При уничтожении на таких берегах дерна (например от частого прогона скота) эти рвы могут легко быть приняты за современные размывы и только нахождение таких же эрозионных образований на берегах, покрытых сплошным естественным лесом, дает в этом отношении верный критерий для отнесения их к послетретичным эрозионным образованиям.

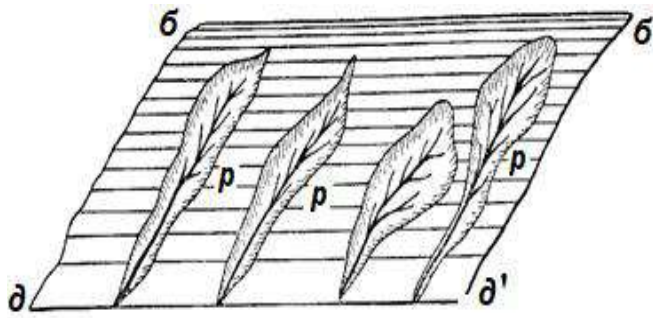


Рис. 60. Крутой берег долины реки Чира (притока Дона) с частыми древними глубокими рвами третьего цикла эрозии с рассекающими третичными (песчаными) породами (Суровикинский район, Сталинградской обл.):
 $\partial-\partial'$ – дно долины, $\bar{б}-\bar{б}$ – берег,
 P – глубокие рвы

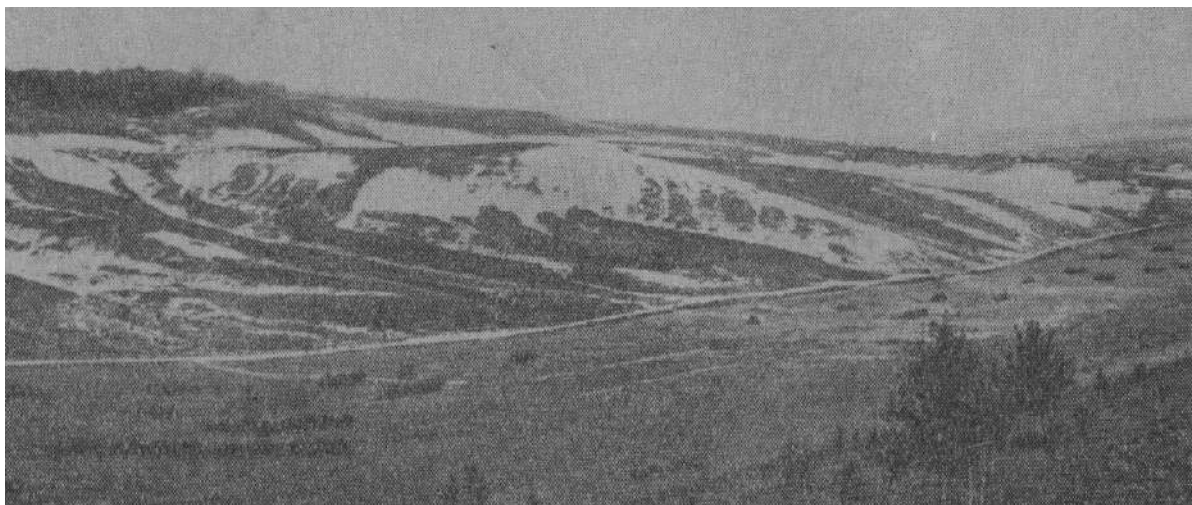


Рис. 61. Меловой берег суходола, сплошь расчлененный глубокими древними береговыми рвами третьей эрозии (Буденовский район, Воронежской области)

5. Наличие в наиболее низких (наиболее выработанных) участках суходольного звена в местах перехода его в долинное звено сильноногладенных солнечных берегов, незаметно сливающихся с прилегающими склонами, без типичного для суходольного звена меловых райнов крутого уступа у верхней бровки. Такая форма суходольного звена является как бы недоразвитой стадией образования речной долины второго типа, остановившейся на формировании склона, без последующего намыва песчаной толщи. Такое формирование звена находилось, видимо, в связи с наличием здесь на склоне, главным образом, меловой толщи и лишь небольших слоев песчано-глинистых пород, за счет которых могли бы отлагаться на этих солнечных склонах характерные для речных долин второго типа послетретичные песчаные отложения. В силу указанных причин в таких районах доволь-

но распространена и особая форма долинного звена, характеризующаяся в отличие от типичной долины второго типа отсутствием песчаных (дюнных) отложений на берегах и склонах солнечных экспозиций, которые им заменены здесь небольшим плащом лёсса, покрывающего меловую коронную породу.

6. Слабое вообще распространение покровной (лёссовой) породы не только на берегах сильно сглаженных солнечных экспозиций, но и на теневых берегах, где покровная порода залегает, главным образом, у их основания. Это обстоятельство объясняется преобладанием в коренной породе мела и мелоподобных мергелей, не дававших большого количества материала для образования покровной (лёссовидной) породы.

7. Почти полное отсутствие древних донных образований третьего цикла эрозии, связанное также со слабым развитием покровных пород вообще, а по дну сети в особенности.

По мере продвижения за пределы описанного мелового района с уменьшением (в свите коренных пород) мощности меловых грунтов и увеличением взамен их песчаных или песчано-глинистых слоев внешний контур и внутреннее строение гидрографической сети мелового района начинают изменяться в следующем направлении:

увеличивается процент ложбинных и лощинных звеньев в общем протяжении гидрографической сети и особенно в концевых ее разветвлениях;

уменьшается ширина дна лощинных и лощино-суходольных звеньев, берега же их уменьшаются в высоте и сглаживаются;

берега суходольных звеньев принимают профиль с типичной (нормальной) для них асимметрией, крутым солнечным и пологим теневым берегом, с малой мощностью покровной породы на солнечном и большой – на теневом берегу;

увеличивается мощность покровной породы по дну гидрографической сети, обуславливающей появление в глубоко расчлененных районах эрозионных форм третьего послетретичного цикла эрозии в виде глубоких русел по дну лощин-суходолов и суходолов¹.

Своеобразной по контуру гидрографической сети является зона сплошного и интенсивного развития третьего цикла эрозии, занима-

¹Особенно часто это можно наблюдать по правобережью Среднего Дона южнее селения Монастырщина.

ющая громадную территорию северной части центральной лесостепи и лежащую от нее к северу территорию лесной зоны¹. Южную границу этой зоны можно условно провести через города Севск – Дмитровой (Орловский) – Мценск – Крапивну – Тулу – Венев – Зарайск – Рязань – Спасск – Кадом, что примерно будет совпадать с южной границей сплошного (не спорадического) распространения светло-серых лесных суглинков (см. рис. 26).

Специфическими особенностями гидрографической сети в этой зоне будут являться:

очень густая, сильно ветвистая в концевых частях, сеть лощин (см. рис. 33);

наличие множества мелких коротких боковых отвершков по всем основным звеньям сети (лощинам, суходолам и долинам);

оригинальный внешний контур большинства лощин, имеющих вид сравнительно узких рвов, с крутыми берегами, сплошь испещренными задернованными впадинами и вымоинами (см. рис. 34);

наличие в некоторых лоцино-суходольных звеньях обратной асимметрии с пологим сглаженным солнечным берегом и крутым, невысоким тоневым берегом, испещренным частыми вымоинами² (см. рис. 39);

наличие как в суходольном, так и особенно в долинном звене в стороне от современного русла частых задернованных следов подмыва, а в долинном звене иногда и ясно выраженной двойной поймы;

наличие в составе пород, слагающих крутые берега концевых лощин, почти исключительно покровного (часто лёссовидного) суглинка;

почти постоянное присутствие в толще покровной породы по дну суходольного звена погребенной почвы³, залегающей под слоем серовато-желтого суглинка мощности от 1 до 4 м, подстилаемой покровным суглинком (см. рис. 25, А), лежащим на коренной породе.

Все перечисленные особенности внешнего и внутреннего строения гидрографической сети являются характерными признаками интен-

¹Развитие такой формы гидрографической сети нами было прослежено до широты г. Москвы; весьма возможно, что такой тип сети присущ и району, лежащему севернее Москвы.

²О причинах такого явления говорилось выше.

³Погребенная почва почти всегда представлена бывает более южным типом, сравнительно с современной почвой, развитой здесь же на поверхности; очень часто при этом из такой погребенной почвы торчат остатки толстых пней деревьев (больше всего дуба).

сивного развития в этой зоне эрозионных процессов третьего послетретичного цикла эрозии, охватившего всю территорию очерченной зоны.

В рассматриваемой части лесостепной зоны все признаки третьего цикла эрозии выражены ярко и распространены почти повсеместно. Что же касается районов, где перечисленные специфические, связанные с третьим циклом эрозии, контуры гидрографической сети имеют спорадическое распространение, то к таким могут быть отнесены в первую очередь следующие.

В центральной лесостепи – прибрежные глубоко расчлененные районы низовья больших рек с почвами типа лесных земель, где довольно часто в лоцино-суходольных и суходольных звеньях сети встречаются глубокие донные размывы третьего цикла эрозии, осложненные в большинстве случаев современным размывом (например, водосбор правобережья р. Зуши, притока Оки ниже г. Новосиля). Нередко здесь же можно встретить и следы задернованных подмывов в суходольном и долинном звеньях, например, в водосборе р. Семенька (притока Красивой Мечи), по ручьям Лебязьему и Березовке, в долине Вязовки – от ее верховья вплоть до Клешни.

В восточной части лесостепи некоторые районы Мордовской АССР вблизи ж.-д. станции Рузаевка, где в резко выраженных суходольных звеньях довольно часто можно встретить следы древних глубоких русел третьего цикла эрозии (в большинстве случаев задернованных и заболоченных), нередко даже с погребенной почвой в толще донных покровных отложений; и здесь же в вершинных лоцинных звеньях суходолов имеются небольшие концевые, ветвистые (обильно облесенные) рвы третьего цикла эрозии.

По правобережью среднего и нижнего течения Волги почти всюду можно встретить глубокие донные русла (рвы) третьего цикла эрозии, подмытые в боках и частично углубленные (в дне) современным размывом; такие эрозионные образования встречаются здесь преимущественно в лоцино-суходольных и суходольных звеньях гидрографической сети, где они прорезают мощные покровные (лессовидные) отложения, развитые по дну сети (см. рис. 90).

В правобережье нижнего течения Волги (от Камышина до Сталинграда) встречаются небольшие концевые рвы третьего цикла эрозии, иногда сильно разветвленные и образующие в некоторых местах как бы дополнительную сеть ветвистых рвов исключительно третьего цикла эрозии.

Кроме того, в этой же части правобережья Волги в суходольных и долинных звеньях наиболее глубоко расчлененных водосборов, сложенных из третичных песков и песчаников (например, в окрестностях Сталинграда), можно встретить весьма оригинальные формы третьего цикла эрозии, почти не встречавшиеся в северных районах сплошного распространения этого цикла эрозии и имеющие вид длинных, сравнительно узких, задернованных рвов, тянущихся почти по всему (преимущественно солнечному) склону суходола; на склонах, сплошь лишенных лесной растительности, такие вытянутые рвы бывают «осложнены» почти везде вторичным современным размывом по дну, в местах же сплошного покрытия их старым естественным лесом они остаются совершенно незатронутыми современной эрозией, сохраняя все свои первоначально выработанные контуры.

Правобережье среднего и нижнего течения Дона ниже мелового района также включает немало отдельных участков с наличием в гидрографической сети отдельных контуров, связанных с третьим циклом эрозии.

Сюда должны быть отнесены: такой же формы, как и в районе правобережья нижнего течения Волги, вытянутые по склону длинные рвы, приуроченные, главным образом, к толще третичных песчаных слоев с прослойками твердых песчаников и опок, развитые по склону долины в средней части течения Дона на участке от с. Монастырщины до устья р. Чира по правобережью последнего и в нижнем течении Дона от Аксая до Ростова и расположенные на пойме долины нижнего Дона (ниже устья северного Донца) в стороне от современного русла задернованные следы подмывов правого берега, сложенного из лёссовой покровной породы.

В западной лесостепи по правобережью р. Десны от Новгород-Северска до Чернигова имеется довольно большая густо рассеченная гидрографической сетью территория, где многие концевые лощинные звенья имеют контуры, очень схожие с контурами аналогичной сети описанного выше северного района, но только большей глубины.

В правобережье среднего течения Днепра, ниже Киева и вплоть до Запорожья, при наличии здесь почти всюду глубоко развитой гидрографической сети более или менее нормального типа, очень схожей при этом с сетью центральной лесостепи (как, например, по правобережью Днепра от Днепропетровска до Запорожья), в суходолах все же

нередко можно встретить следы древнего донного размыва третьего цикла эрозии, сильно при этом замаскированного современными донными размывами (Мишурин Рог, Майорка). На некоторых круто сглаженных участках правого берега «долины прорыва» (Днепропетровск – Запорожье) встречаются вытянутые по склону древние рвы (третьего цикла эрозии) такого же примерно типа, как и по правобережью Дона у Казанского и по правобережью Волги у Сталинграда, углубленные, как и там, современным размывом. На участке долины среднего течения Днепра иногда можно встретить также и задернованные следы подмыва берегов с лёссовым грунтом, относящиеся также к третьему циклу эрозии.

Район Центрального Донбасса представляет собой почти гористую территорию, сложенную сплошь из твердых каменистых пород. Здесь гидрографическая сеть не имеет тех резко отличимых элементов (берегов и дна), которые характерны для нормальной сети центральных районов европейской части СССР. Каменистые склоны имеют в большинстве случаев сплошное падение до дна гидрографической сети, без резких контуров берегов, что находится в связи с почти полным отсутствием по склону и дну сети покровной породы. Во многих случаях гидрографическая сеть, особенно в мелких разветвлениях, приуроченных к нижним звеньям, получила в этом районе форму ложбин, расположенных в каменистом грунте и совершенно неприкрытых покровной породой; лишь только в самых верхних звеньях сети или по дну суходолов, около основания теневых склонов, имеются небольшие отложения покровной породы в форме коротких линз, прислоненных к каменистому грунту. Это обстоятельство и является причиной того, что здесь по дну сети мы почти не встречаем резких следов третьего цикла эрозии, потому что для оформления их не было рыхлой покровной породы; там, где такие следы и могли образоваться, современной эрозией они сплошь почти были уничтожены. Контурные донных размывов третьего цикла эрозии можно здесь встретить лишь в облесенных участках ложино-суходолов, где, с одной стороны, скопившиеся отложения покровной породы позволили в период третьего цикла эрозии сформировать в ней донные русла, а последующее зарастание этих участков сети естественной растительностью прочно закрепило такие контуры и сохранило их до наших дней (рис. 62).

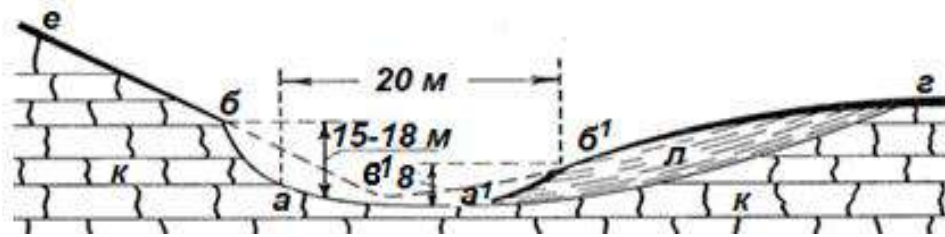


Рис. 62. Поперечный профиль лощин (лощино-суходолов) в Центральном (возвышенном) Донбассе (водосбор суходола Кривоватки близ железнодорожной станции Кипучая):

к – коренная каменистая порода (каменноугольные известняки и кварциты); *л* – покровная (лессовая) порода; *ба¹б¹* – профиль древнего донного размыва третьего цикла эрозии; *бб¹б¹* – мыслимый профиль лощины периода второй эрозии; *аа¹* – дно донного размыва третьей эрозии; *ба*, *б¹а¹* – бока донного размыва третьей эрозии; *бе*, *б¹е* – склоны

СКЛОНЫ

Гидрографическая сеть и склоны представляют собой образования, генетически связанные друг с другом, а поэтому нельзя представить сеть без склонов, и наоборот. Сеть, являясь первичной стадией формирования рельефа территории, формой и величиной определяла основное направление развития прилегающих склонов, которые затем окончательно создавали свой профиль под воздействием того или иного сочетания главнейших факторов формирования рельефа: размера водной массы, глубины базиса эрозии и состава коренных пород, слагавших водосбор.

Можно считать вполне допустимым, что на территории с одинаковым геологическим строением коренных пород, с одинаковой примерно глубиной базиса древней послетретичной эрозии (одинаковой относительной разностью высот высших, водораздельных и прилегающих низших точек), при равной примерно мощности водных (снежных или ледниковых) скоплений, находившихся на данной территории (что на небольшой площади всегда должно иметь место), – формирование водоотводящей гидрографической сети должно было происходить на всей территории по одному и тому же типу, а потому вершины отдельных ветвей сети должны были закончить свой рост на одном и том же расстоянии от водораздельной линии соответствующего водосбора (см. рис. 13). Отдельные звенья сети должны были после окончания эрозионного процесса также расположиться примерно на одном и том же

расстоянии от водораздельной границы водосбора. В самом деле, если, например, в одном участке сети бровка ее отстояла бы на большем расстоянии от водораздела, чем на соседнем участке, то первый участок должен был находиться под воздействием большей массы стекающей воды, чем второй. В таком случае равновесие между живой (размывающей) силой воды и силой сопротивления грунта могло быть достигнуто лишь в том случае, когда избыток водной массы в первом участке был бы перехвачен вновь образовавшимся на данном склоне отвершком, вершина которого остановилась примерно на том же расстоянии от водораздела, как и на втором участке.

Непосредственное измерение, проведенное на территории центральной лесостепи, расстояний вершин лощин от водораздельной линии показывает для одного и того же типа территории более или менее одинаковые величины.

Точно также и измерения в тех же районах протяжений склона от какой-либо точки верхней бровки берега гидрографической сети по линии тока (линии наибольшего уклона) до водораздельной линии дают для одних и тех же экспозиций склона примерно одинаковые величины; поэтому расположение линий тока на водосборе лоцины обычно имеет вид, показанный на рисунке 63.

Это обстоятельство дает возможность заключить, что каждой точке бровки берега гидрографической сети будет соответствовать определенная точка на водораздельной линии, откуда должен идти ток воды к бровке берега.

Исходя из сказанного, мы получаем возможность по форме и протяжению линии тока судить об общем характере соответствующего склона, сведя таким образом изучение различных форм поверхностей склона к изучению форм средних линий тока склонов, что значительно упрощает решение вопроса о типах территории вообще и типах кривых склонов в частности¹.

Новосильской опытно-овражной станцией в районе центральной лесостепи были сделаны измерения линий токов различных склонов в различных звеньях. Кроме того, для нескольких участков проведена нивелировка этих линий, что дало возможность сделать сопоставление между протяжением и формой линий тока и расчлененностью терри-

¹Определяя поэтому нивелировкой форму кривой линии тока, можно будет по ней судить о характере крутизны всего прилегающего склона, выявляя по ней, например такие, практически важные показатели, как процент крутых пахотонепригодных или тракторонепригодных площадей, не говоря уже о площадях эрозионно-опасных.

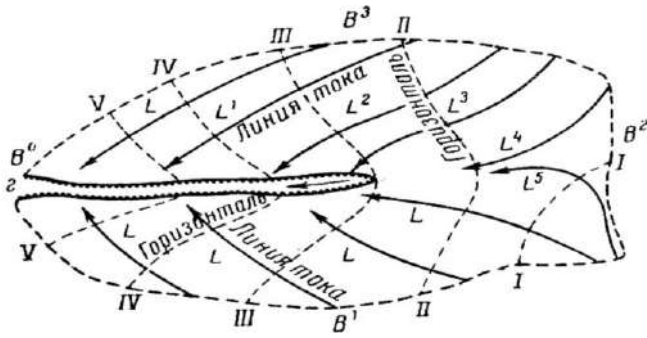


Рис. 63. Расположение линии тока на склоне водосбора лощины «Г»:

I, II, III, IV – горизонтали склона; L, L¹, L², L³, L⁴, L⁵ – линии тока на склоне: z – лощина

тории гидрографической сетью¹.

Приведем некоторые выводы из этих сопоставлений.

Линии тока склона, как и горизонтали этого же склона, никогда не располагаются перпендикулярно к бровке берега сети или, что почти то же, к ее оси, а всегда направлены к ней под острым углом.

В эродированных районах лесостепной и степной зо-

ны длина линии тока в лощинном и суходольном звеньях колеблется в пределах от 400 до 800 м, причем на склонах солнечных экспозиций линия тока при прочих равных условиях бывает короче, чем на теневых, где она доходит до 1000 м, а иногда и более.

Чем короче линия тока на данной водосборной площади, тем больший процент этой площади занят гидрографической сетью и тем гуще она расчленена сетью.

Так, при средней длине линии тока в 600 м (центральная возвышенная лесостепь) и коэффициенте расчлененности 1,2-1,3 гидрографическая сеть занимает около 10-12% площади водосбора²; при длине же линии тока в 300 м (правобережье р. Десны в Черниговщине) площадь гидрографической сети доходит до 25-30%.

В проекции на вертикальную плоскость линия тока (определяющая форму склона) может иметь форму выпуклой, вогнутой или прямой линии (рис. 64).

Форма склонов отражает в себе строение и мощность покровных отложений, равно как стратиграфическое соотношение твердых и рыхлых коренных пород, участвующих в развитии покровной породы, изменяясь в то же самое время в зависимости от величины относительной разности высот высших и низших точек склона.

¹Для местностей, имеющих план с горизонталями, линия тока в какой-либо точке берега легко определяется путем проведения от нее линии, перпендикулярной к ближайшей горизонтали до пересечения ею водораздельной линии данного участка берега.

²Для лесостепной зоны абсолютная величина площади, занимаемой гидрографической сетью, примерно в 10 раз больше величины коэффициента расчленения территории.

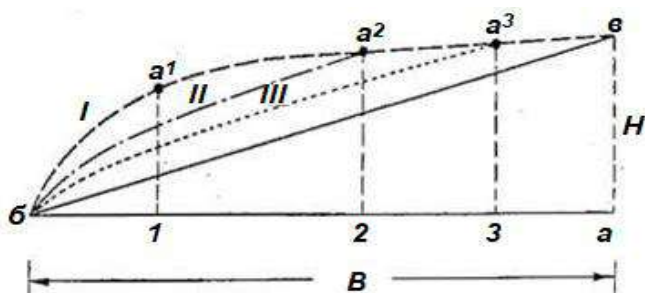


Рис. 64. Различные формы линий тока и схема, показывающие изменение процента длины отрезков линий тока с эрозионно опасной крутизной по мере изменения выпуклости этой линии тока:

I – кривая линии тока с наименьшим процентом крутых эрозионно-опасных ее отрезков; *II* – кривая линия тока при промежуточном уклоне между *I* и *III* линиями; *III* – кривая линии тока с наибольшим процентом крутых отрезков; *в* – водораздел; *б* – основание склона (или, что то же, – бровка берега сети); $ав = Н$ – превышение водораздела над основанием склона (или над бровкой берега сети); *B* – проекция линии тока на горизонталь; $ба^1$, $ба^2$, $ба^3$ – отрезки линий тока, имеющие крутой (эрозионно опасный) уклон; $ба^1$, $а^2$, $а^3в$ – линия тока склона; $\frac{H}{B} = b$ – средний уклон линии тока

в силу чего профиль последнего делается явно выпуклым у основания, близко подходя к кривой параболы¹ (см. рис. 65, *1* и рис. 7, *A*). При том же составе коренных пород, но увеличением среднего уклона склона мощность покровной породы делается меньшей, распределяясь небольшим слоем по всему склону, несколько утолщаясь у основания, в силу чего кривая на чертеже будет более сплюсненной, постепенно приближаясь к прямой линии (см. рис. 65, *2* и рис. 7, *B*).

С еще большим увеличением среднего уклона склона и особенно когда в толщу рыхлых песчаных пород вклиниваются слои твердых каменистых пород (например, песчаников, кремнистых опок, кварцитов) покровная порода отлагается преимущественно в нижней части

В зависимости от уклона склона и соотношения в нем твердых и рыхлых коренных пород получается различный профиль линии тока, а отсюда и все те особенности элементов склона (крутизна, состав поверхностных грунтов), которые являются ведущими для определения как эрозионной податливости той или иной части склона, так и всех тех условий, которые могут ликвидировать эту податливость (рис. 65).

Когда общая толща коренных пород, слагающих склон от его вершины до основания, бывает представлена рыхлыми песчаными или песчано-глинистыми породами, покровная (лессовая или лёссовидная порода), получая наибольшее развитие, сгущается более мощным слоем в нижней части склона,

¹По измерениям Н. В. Церлинга.

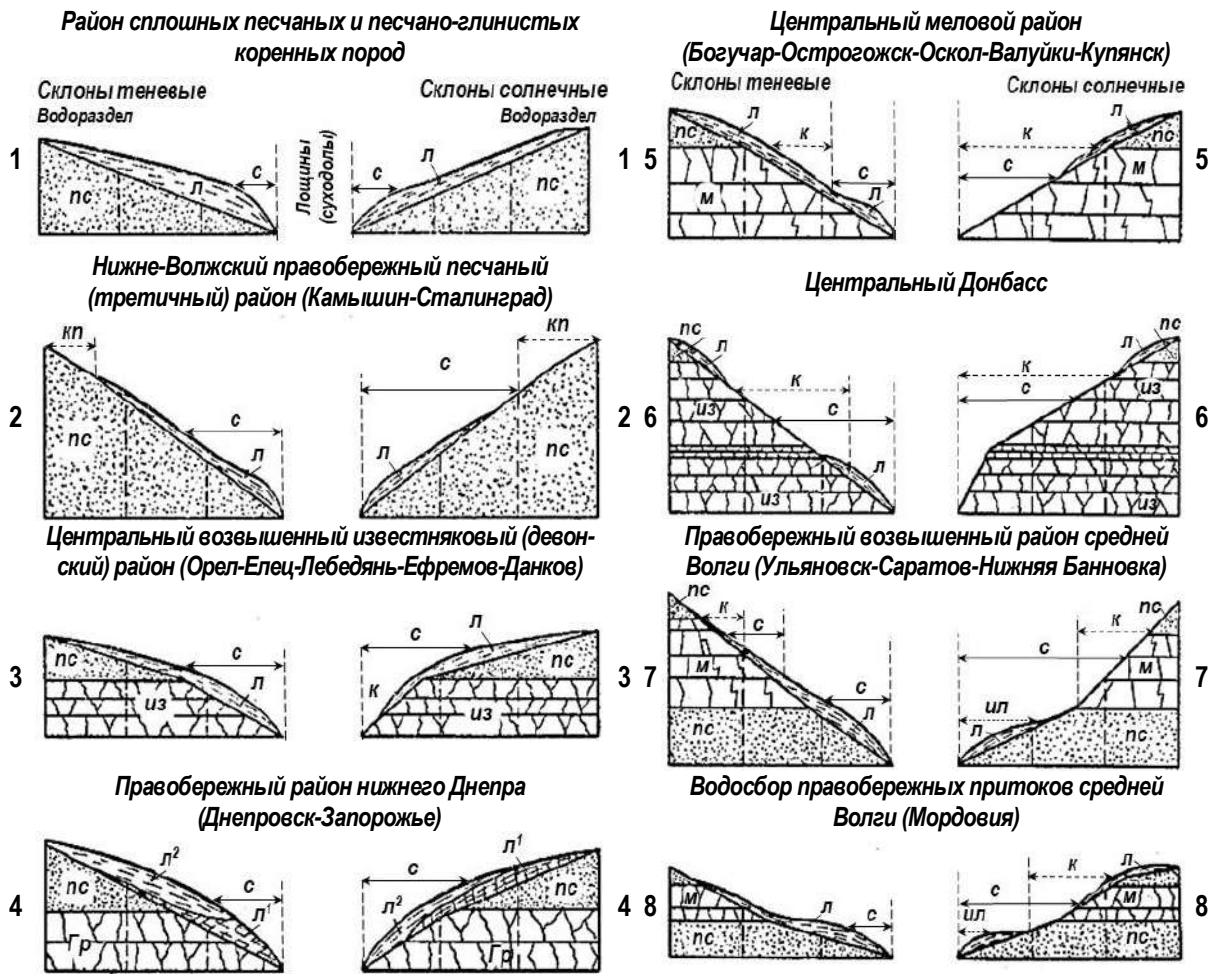


Рис. 65. Геологическое строение и профили склонов в различных районах эрозии (приложение к карте районов эрозии (см. рис. 161):

пс – песчано-глинистые коренные породы; *из* – известняк; *Гр* – граниты; *м* – мел (мелоподобные мергеля и опоки); *л* – покровная порода; *л²* – покровная порода второго цикла эрозии; *л¹* – покровная порода первого цикла эрозии; *с* – площадь распространения по склону смытых земель; *к* – площадь распространения по склону неразвитых (щебенистых) почв; *ил* – площадь распространения намывных почв; *кп* – площадь распространения недоразвитых песчаных почв

склона, создавая этим уже несколько вогнутый профиль (см. рис. 65, 7, 8, и рис. 7, В). Наконец, в тех случаях, когда при большой разности высот высших и низших точек в верхней части склона залегают твердые коренные породы, а в нижней – рыхлые, покровная порода сгружается мощной линзой лишь у основания склона, образуя резко вогнутый профиль склона с крутой верхней и пологой в виде шлейфа нижней частью.

Между указанными здесь основными типами профилей, конечно, могут быть переходы, создающие на отдельных элементах склона

различные комбинации крутых и пологих участков, в зависимости от сочетания величины среднего уклона, с тем или иным стратиграфическим соотношением и мощностью твердых и рыхлых пород, входящих в коренную толщу склона.

Для большей части глубоко расчлененных районов наблюдаются следующие соотношения между крутизной профиля склона и расположением его в пределах того или иного звена гидрографической сети.

При однообразном составе коренных пород, слагающих водосбор, наибольшую среднюю крутизну имеют линии тока, расположенные в более низких звеньях сети (суходольных и долинных).

При наличии однообразного рыхлого состава коренных пород выпуклый профиль склона сплющивается по мере движения от верхних звеньев к нижним, переходя часто у суходольного звена в прямой профиль, а при большой средней крутизне склона даже в вогнутый.

В большинство районов наиболее возвышенные ее участки представлены преимущественно рыхлыми песчаными или песчано-глинистыми коренными породами (третичные, меловые, юрские и каменноугольные пески и глины), относительные разности высот водоразделов и дна прилегающих низин бывают наименьшими, а верхние лоцинные звенья занимают вообще наибольший процент протяжения сети. Вследствие перечисленных причин выпуклые профили склонов являются наиболее распространенными, составляя почти единственную форму склона в приводораздельных частях каждого почти водосбора.

В зависимости от изменения выпуклой формы кривой линии тока склона изменяется при одном и том же среднем уклоне всей кривой процент крутых (эрозионно опасных) и пологих ее отрезков, при этом чем больше выпуклая кривая будет подходить к прямой линии, тем больший процент крутых отрезков будет иметь данный склон (см. рис. 64).

Соотношение отрезков линии тока различной крутизны при различном среднем уклоне линии тока показано в таблице 2.

Из таблицы 2 видно, что в тех частях водосбора, где средний уклон между водоразделом и дном сети небольшой (что бывает в верхних звеньях сети), участки с большими опасными в отношении эрозии уклонами (свыше 0,05) занимают небольшое протяжение, группируясь около берегов лоцин. Там, где средний уклон увеличивается, а это бывает обычно около низких (суходольных и долинных) звеньев кривая склона более сплющивается и участки с большой крутизной склона значительно удлиняются.

Таблица 2

Соотношение отрезков линии тока различной крутизны при различных средних уклонах этой линии в возвышенных и глубоко расчлененных районах центральной лесостепи (в %)

Крутизна отрезков линии тока	Средний уклон линии тока		
	0,03	0,04	0,06
Менее 0,03	46	15	18
0,03-0,05	39	49	16
0,05-0,08	10	22	30
Свыше 0,08	5	14	36
	100%	100%	100%

Форма кривой склона, отражая в себе размещение коренных и покровных пород на отдельных ее элементах, в то же самое время дает представление и о распределении по склону полноразвитых и неразвитых почв, потому что первые обычно приурочены к участкам с покровной (лессовой или лессовидной) породой, а вторые – к участкам, лишенным покровной породы и обнажающим на поверхность коренную. Такое соотношение полноразвитых и малоразвитых почв с крутизной склона и наличием на нем покровной породы наблюдается почти всюду в тех глубоко расчлененных районах и в тех звеньях их сети, где линии тока склона имеют явно вогнутый профиль. Особенно часто это встречается в правобережье среднего и нижнего течения Волги. Здесь нижняя пологая часть склона покрыта мощным плащом покровной породы, верхняя крутая часть лишена ее и обнажает непосредственно под почвой коренную (песчаную, меловую или известковую) породу. В силу этого на нижних участках склона имеется всегда полноразвитая почва, на верхних – неразвитая, а в нередких случаях даже и щебенистая почва с очень тонким гумусовым слоем¹.

ВОДОРАЗДЕЛЬНЫЕ ЛИНИИ

Изменения в контурах линии тока склонов всегда отражаются и на водораздельной линии, являющейся самым верхним пределом

¹Это обстоятельство имеет большое значение в развитии эрозии на склонах, а отсюда и проектирование мероприятий по борьбе с ней.

склона¹. В плане водораздельная линия каждого замкнутого водосбора какого-либо звена или пункта сети (как малого, так и большого) обычно имеет грушевидную форму с узким концом, обращенным к нижним пунктам данного звена (см. рис. 1, 4), с небольшими извилинами в различных ее участках, обусловленными большим или меньшим вклиниванием отдельных звеньев в соседний водосбор.

В вертикальном разрезе водораздельная линия в каждом резко расчлененном районе всегда представляет собой волнистую линию с чередованием в ней гребней и впадин различной глубины и ширины,

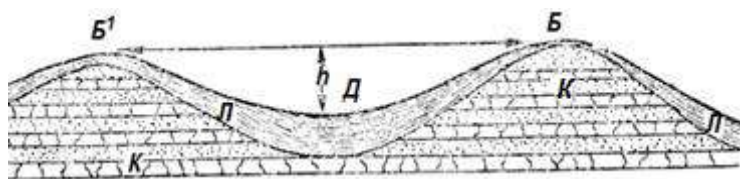


Рис. 66. Строение поверхности по водораздельной линии в глубоко расчлененных районах:

$ББ¹$ – водораздельные бугры; h – глубина водораздельной седловины; $ББ¹$ – ширина седловины, $БД$ и $Б¹Д$ – склоны седловины; $Д$ – дно водораздельной седловины; $Л$ – покровная порода; $К$ – коренная порода

отражающих форму и строение близлежащих и окружающих гидрографическую сеть склонов (рис. 66).

Как форма кривой склона (по линии тока) является функцией крутизны склона и состава пород (покровных и коренных) его слагающих, так и контур водораздельной линии служит отражением глубины расчлененности и состава коренных пород, слагающих водораздельную площадь.

Прежде всего следует отметить, что в вертикальном профиле на каждой почти водораздельной линии можно выделить высшие и низшие пункты. Первые мы будем называть водораздельными буграми,

¹Хотя во многих случаях бывает трудно на глаз выделить такую границу, особенно при пологих склонах (путем инструментальной нивелировки можно ее выделить и на таких склонах), тем не менее под этим термином мы должны подразумевать, если не в полном смысле идеальную линию, то во всяком случае какую-то узкую ленту, разделяющую две наклонные в разные (противоположные) стороны площади. Некоторые географы, вводя термин водораздел, придают ему широкое толкование, обозначая им значительную площадь примыкающих к фактическому водоразделу склонов, другие исследователи включают в термин водораздел полный водосбор ряда верхних звеньев гидрографической сети вместе с этой последней, а часто даже и водосбор нескольких речных систем, примыкающих к водораздельной линии. Такое широкое представление водораздела (часто смешиваемого с термином «водосбор») лишь затуманивает вопрос о расчленении элементов территории и делает невозможным классифицировать эти элементы. В дальнейшем изложении, чтобы избежать расплывчатый термин «водораздел», будем придавать термину водораздельная линия дословное его линейное значение.

вторые – дном водораздельных седловин; промежуточные участки между этими двумя пунктами составят склоны седловин (см. рис. 66). Расстояние между соседними водораздельными буграми (по воздушной линии) будет выражать ширину водораздельной седловины, средняя же разность высот между соседними буграми и дном седловины будет представлять глубину водораздельной седловины.

Водораздельная седловина, являясь особой формой проявления послетретичной эрозии, связанной со сближением двух соседних вершин первичных размывов, чаще всего располагается на линии, соединяющей кратчайшим путем вершины двух соседних лоцин. Наличие водораздельной седловины служит почти всегда показателем близкого расположения к ней двух вершин лоцин (или ложбин), кратчайшее расстояние между которыми должно проходить через дно водораздельной седловины (рис. 67). В период развития гидрографической сети могли иметь место и такие случаи, когда образование двух соседних первичных размывов могло идти по предварительно сформированному ранее склону, иначе говоря, вершины первичных размывов могли прорезать коренную поверхность, наклоненную в какую-либо сторону. В таких случаях вершины двух смежных ветвей сети, подходя близко к водораздельной линии с противоположных сторон, не могли получать с прилегающих водораздельных бугров одинаковые по массе потоки стекающей воды (рис. 68, 69). По этой причине водораздельная седловина не могла быть здесь полно выражена: один склон ее, прилегающий к более высокой части первичного склона, получал более резкое очертание. Противоположный склон должен был остаться или слабовыраженным, в виде пологой кривой (рис. 68) или совсем не обрисовываться, перейдя

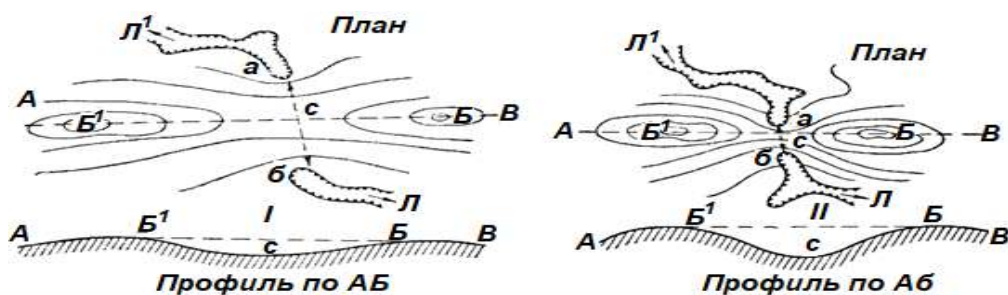


Рис. 67. Зависимость между глубиной водораздельных седловин и сближенностью вершин лоцин соседних гидрографических стволов:

ab – расстояние между вершинами лоцин соседних водосборов; *c* – дно водораздельной седловины; *Б, Б'* – водораздельные бугры; *Л* – лоцины; *АВ* – водораздельная линия; *I* и *II* – формы водораздельных седловин

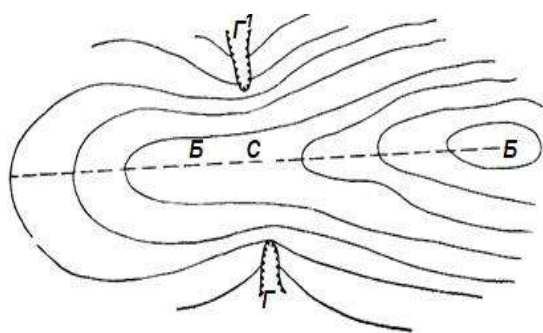


Рис. 68. Неполновыраженный водораздельный бугор и седловина в изображении на плане с горизонталями:

Б – резко выраженный водораздельный бугор; *Б¹* – слабо выраженный бугор; *С* – примерное размещение дна в слабовыраженной седловине; *Г* и *Г¹* – вершины соседних лощин (ложбин)

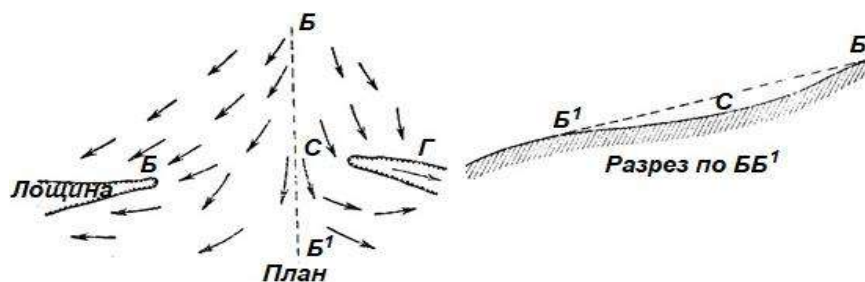


Рис. 69. Схема стока поверхностных вод по слабо выраженной седловине:

Б – резко выраженный водораздельный бугор; *Б¹* – слабо выраженный водораздельный бугор; *с* – слабо выраженная седловина (стрелки показывают направление стока поверхностных вод)

здесь почти горизонтальную поверхность и тем самым образовав на всей водораздельной линии как бы уступ (см. рис. 69).

Такие неполновыраженные седловины на топографическом плане (с горизонталями) бывают представлены более ровным участком с расплывчатыми одной или двумя горизонталями, окаймляющими водораздельную линию, имеющую падение от какого-либо одного прилегающего водораздельного бугра, отмечаемого на плане более сближенными друг к другу горизонталями.

Исследования водораздельных седловин в различных глубоко расчлененных районах показывают следующие ее внешние особенности и внутреннее строение

1. При прочих равных условиях глубина водораздельных седловин бывает тем больше, чем глубже расчленены прилегающие к седловине площади, а следовательно, и круче падение окружающих ее склонов; иначе говоря, чем глубже волнистость водораздельной линии, тем глубже расчленена территория гидрографической сетью (см. рис. 67).

2. Чем глубже расчленена территория, тем более сближенными на ней бывают вершины соседних стволов сети и тем короче линия их со-

единающая и проходящая через дно водораздельной седловины. В более резкой форме это проявляется при анастомозе вершин, когда дно водораздельной седловины проходит через этот анастомоз, а склоны седловины сливаются с линиями тока анастомоза (см. рис. 67, II).

3. Для эродированных районов центральной лесостепи с нормальным типом расчленения территории гидрографической сетью (см. рис. 9, А) ширина седловины равна примерно двойной длине линии тока прилегающих склонов. Расстояние между дном седловины и вершинами прилегающих лощин в таких случаях колеблется от нуля (при анастомозе) до величины, равной средней длине линии тока ближайших склонов.

С глубиной седловины связано различное залегание покровной породы по отдельным элементам седловины. При глубоких резко выраженных седловинах намыв покровной породы совершался по склонам седловины при довольно больших скоростях движения мелких струй воды. Мельчайшие частицы выветрившейся коренной породы отлагались в наибольшем количестве по ее дну и по подножью седловины (как это, например, имеет место при образовании делювиальных наносов в подножье крутых берегов). Верхние части склона седловины, откуда смывались эти частицы, лишь слабо прикрывались покровными отложениями, а самые водораздельные бугры из-за отсутствия подтока воды совсем не смывались, оставаясь совершенно без покровных отложений и обнажая непосредственно на поверхность коренную породу (см. рис. 66). Чем глубже была седловина, тем резче получалась разница в мощности покровной породы на отдельных частях ее склона. Поэтому, где глубокие седловины расположены в местах анастомоза первичных размывов коренной породы (см. рис. 14), там мощность покровной породы на дне водораздельной седловины может достигать до очень больших величин (20 м и более) (например, правобережье среднего течения Днепра выше Днепропетровска). В таких случаях на прилегающих буграх на расстоянии всего 200-300 м от оси седловины покровная порода часто имеет мощность всего лишь 1-2 м, а иногда и совершенно отсутствует, такие случаи можно наблюдать по правобережью среднего течения Дона и Волги в местах развития на приводораздельных участках песчаных третичных пород¹.

¹Указанные здесь условия отложения покровной породы на водоразделах всегда следует учитывать при изучении покровной (лессовой) породы на той или иной территории, и потому нельзя, например, выставлять в качестве довода для доказательства золотой теории происхождения лёсса мощное развитие его на водоразделах, так как такой случай всегда может иметь место не только на водораздельных седловинах, но и на пологих склонах этой же седловины, получавшей материал для формирования покровных отложений с более высоких первичных водораздельных бугров.

Наконец, следует отметить, что мощность покровных отложений на водораздельных седловинах, как и на обычных склонах, зависит и от состава, и от твердости коренных пород, слагающих выше лежащий склон водораздельной седловины. Где коренные породы представлены рыхлыми песчаными и песчано-глинистыми породами, там покровные (лессовые и лёссовидные) отложения водораздельной седловины получают большую мощность и, наоборот, где водораздел состоит из твердых, каменистых меловых и известняковых, а особенно из песчаниковых и кремнистых пород, там мощность покровных отложений в седловине сходит почти на нет. Значительная часть наиболее высоких (приводораздельных) участков описываемой территории занята преимущественно рыхлыми песчаными и песчано-глинистыми породами более молодых геологических систем: покровная порода на таких водораздельных площадях имеет довольно постоянное распространение, за исключением лишь самых высоких водораздельных бугров в глубоко расчлененных районах, где она часто отсутствует даже и при наличии песчаного грунта.

СВЯЗЬ ПОЧВ С РЕЛЬЕФОМ

Выше рассмотрены условия развития различных форм основных элементов рельефа: гидрографической сети, склонов и водораздельных линий, а также внешнее и внутреннее их строение, создающие в итоге геоморфологический облик – тип территории. Под этим термином мы понимаем внешний контур отдельных элементов территории с тем или иным сочетанием на них покровных и коренных пород.

Несомненно, что этот внешний контур различных элементов территории и их геологическое строение, представляемое той или иной комбинацией покровных и коренных пород, должен был сказаться и на характере почв, покрывающих эти элементы территории, и тем самым в значительной степени влиять на развитие современных эрозионных процессов.

Отметим здесь лишь существенные моменты в вопросе влияния рельефа и геологического строения на почву, которые должны всегда учитываться при изучении развития процессов эрозии и условий ее ликвидации в наиболее глубоко расчлененных и наиболее опасных в отношении эрозии районах.

Прежде всего следует учитывать, что в глубоко расчленённых районах полно развитые почвы какого-либо основного типа (например, чернозема, каштановой почвы) с полно выраженными гумусовыми горизонтами приурочиваются почти всегда к участкам территории, имеющим мощную толщу покровной породы (приводораздельные части склонов, водораздельные седловины, нижние части теневых склонов, дно гидрографической сети); участки же с маломощной покровной породой бывают покрыты почвами с неполно развитым гумусовым слоем; крутые склоны, совершенно лишённые плаща покровной породы, имеют преимущественно щебенистую почву, представляющую очень часто лишь мелкий щебень, смешанный с гумусированным грунтом, а на наиболее крутых участках гумусированный грунт вообще не встречается.

Распределение покровной породы по территории, как указывалось, связано с определенным сочетанием рельефных и геологических показателей, дающих свое окончательное отражение в вертикальном профиле соответствующего элемента территории. Отсюда следует, что по профилю отдельных звеньев сети, профилю прилегающих к ней склонов и профилю водораздельных линий можно до некоторой степени предусмотреть и распределение (на каждом из таких элементов) определенной группы почв с той или иной степенью развитости гумусового горизонта, а в некоторых случаях даже и типа почвы.

Так, уже сейчас можно сказать, что чем глубже будет расчленена территория гидрографической сетью и чем больше на ней крутых склонов, тем при прочих равных условиях больше будет в ней мало развитых почв. Если же при этом значительная толща коренных пород, слагающих массив данного водосбора, от высших пунктов водораздельных линий до низших (составляющих уровень дна его наиболее низкого звена) будет представлена твердыми каменистыми породами, то процент мало развитых почв будет еще более высоким.

На фоне общей связи развития мало развитых почв с уклоном и геологическим строением могут быть установлены и более частные соотношения между формой и строением отдельных элементов территории с наличием на ней тех или иных типов почв. Так, для большинства глубоко расчлененных районов в гидрографической сети, при прочих равных условиях, неполно развитых и неразвитых почв можно встретить больше всего на берегах лоцинных и суходольных звеньев солнечных экспозиций и меньше – на противоположных теневых берегах. При этом следует отметить, что чем глубже расчлене-

на территориях и чем больше развито на ней твердых коренных пород, тем резче будет выступать разница в почвах на берегах солнечных и теневых экспозиций; это различие будет усиливаться с переходом от лощинного звена к суходольному.

В долинах первого типа распределение почв, полно развитых и мало развитых подчиняется несколько иным закономерностям, связанным с характерными особенностями внешнего контура и внутреннего строения ее берегов, представляющих чередование то в том, то в другом берегу высоких крутых вогнутых подмывных берегов с противоположными выпуклыми пологими намывными низкими берегами. Поэтому в долинах первого типа полно развитые почвы на мощной покровной породе встречаются преимущественно на пологих выпуклых берегах, а неразвитые (или мало развитые) – на крутых высоких берегах. Дно (пойма) таких рек имеет, как правило, полно развитую почву, очень часто покрытую слоистым наносом, являющимся продуктом отложения весенней поймы воды, периодически выходящей из русла (см. рис. 44).

В долинах второго типа на крутом высоком берегу обычно преобладают неразвитые почвы¹. На противоположном берегу, если он представлен песчаными послетретичными отложениями, развиты различные комплексы песчаных почв, чередующихся с участками более развитых почв в местах различного рода понижений (ложбин), имеющих небольшой плащ покровной породы. Если долина прорезает большую толщу меловых пород, пологий берег бывает занят мало развитыми почвами, залегающими непосредственно на меловой (или мергелисто-опоковой) коренной породе.

Дно (пойма) долины второго типа (обычно большой ширины) имеет почти всегда почвы с мощно развитым гумусовым, иногда в той или иной степени заболоченным горизонтом. Последнее обстоятельство объясняется большей частью небольшим уклоном поймы, а потому и слабым стоком с нее в русло поверхностных вод, разливающихся на пойме весной (см. рис. 52).

Почвы склонов, прилегающих к гидрографической сети в глубоко расчлененных районах, ясно отражают развитие на данном склоне покровных пород, находясь в определенной связи с формой кривой линии тока данного склона. При сплошь рыхлой песчано-глинистой

¹На участках таких высоких берегов, где имеются крутые наплывы покровной породы (как это нередко можно встретить по правому берегу Днепра в среднем его течении), равно как и на опозневых берегах, могут залегать полно развитые почвы, почти всегда в последнем случае заболоченные.

коренной породе и наличии выпуклого (у основания) профиля склона, прикрытого тогда сплошным плащом покровной породы, почва на склоне принимает полноразвитый тип от водораздела до бровки гидрографической сети. В тех случаях, когда в силу большой крутизны склона толщина слоя покровного плаща сильно уменьшается, оставляя свободным от него приводораздельный бугор, почва на этом бугре бывает неполно развитой, остальная же (большая) часть склона сохраняет нормальный тип.

При той же выпуклой у основания форме кривой склона (также, как и при прямом его профиле), в районах, где нижняя часть коренной толщи представлена твердыми каменистыми, меловыми или известняковыми породами (например, в центральной лесостепи, в районах выходов девонских известняков, в меловых районах центральной черноземной полосы) покровный плащ на солнечном склоне обычно не доходит до основания, оставляя часть склона (до $1/3$, иногда и более) не покрытой им. На таких участках склона почва становится мало развитой, часто переходя сплошь в щебенистую; в последнем случае в меловых районах на солнечных склонах развиваются довольно значительные площади так называемых попелух, представляющих бросовые, непригодные под сельскохозяйственное использование уголья.

Оригинальное распределение почв различной степени развитости можно наблюдать на склонах с вогнутой кривой линией тока, где верхние и средние (наиболее крутые) части склона бывают лишены покровной породы, сосредоточивающейся здесь, главным образом, в пологой нижней (шлейфовой) части. При таком распределении ее полноразвитые почвы размещаются исключительно в основании склона, сливаясь здесь с почвами дна гидрографической сети, тогда как средняя и верхняя части склона сосредоточивают в себе почти сплошь неразвитые (песчаные, щебенистые) почвы. Наиболее резко проявляется такое разграничение почв в тех глубоко расчлененных районах, где, верхняя часть толщи коренных пород представлена твердыми карбонатными породами, а нижняя – рыхлыми глинистыми (как это имеет место на правобережье Волги от Ульяновска и до Камышина). В таких районах почти вся верхняя (гористая) зона водосборной площади является зоной сплошного распространения щебенистых почв, захватывающих не только склоны, но и водораздельные участки.

Что касается распределения неразвитых почв по водораздельным седловинам, то здесь резкое разграничение почв различной степени и развитости встречается лишь в наиболее глубоко расчленен-

ных районах, т. е. там, где седловины имеют большую глубину и сравнительно небольшую ширину. При этих условиях относительная разность высот водораздельных бугров и прилегающего дна седловин достигает значительной величины, создавая этим большой уклон склонов седловины, а потому и более мощную толщу покровной породы по дну седловины и обнаженность от нее значительной площади водораздельных бугров и прилегающих участков склонов.

В водораздельных седловинах таких районов полно-развитые почвы встречаются исключительно по дну и прилегающей к нему небольшой части склонов седловины. Остальная же часть склонов седловины и водораздельные бугры остаются или покрытыми почвами с сильно укороченными гумусовыми горизонтами, или сплошь лишенными даже и таких почв, обнажая здесь на поверхности твердые каменистые породы (песчаники, кварциты, кремнистые опоки) или сыпучие пески.

Для полного представления о значении типа территории в формировании почвенного покрова, кроме указанной выше роли покровной породы (отражающей в своем развитии и размещении глубину расчлененности территории и состав коренных ее пород), необходимо также учитывать и роль тех воздействий, которые мог претерпеть тот или иной участок почвы в период последнего (третьего) цикла послетретичной эрозии, оставившего после себя в том или ином виде поверхностный субстрат, послуживший для формирования на нем почвенного покрова.

Контур поверхности, сложившийся в результате первого цикла эрозии, последующим вторым циклом эрозии был полностью уничтожен, почти всюду образовалось новое покровное отложение, поэтому существовавшие на поверхности в первый межэрозионный период (между первым и вторым циклом эрозии) почвы этим вторым циклом должны были быть смыты. Иные условия создались между вторым и третьим циклом эрозии.

Мы уже отмечали, что третий цикл эрозии был сравнительно с двумя первыми кратковременным и не везде он проявлялся в полном виде, т. е. во всех стадиях развития эрозионного цикла. Этот цикл в южной полосе европейской части СССР в заметной форме был развит лишь в наиболее глубоко расчлененных районах, причем и здесь он проходил лишь одну первую свою стадию – стадию размыва преимущественно той гидрографической сети, которая была сформирована в период второго цикла. В более северных частях европейской территории третий цикл был развит значительно сильнее; здесь он захватывал почти

всю территорию (и с пологим, и с крутым рельефом), причем, кроме стадии размыва, в этих районах частично имела место и вторая стадия в форме небольшого сглаживания боковых откосов размывов (преимущественно в низких звеньях сети). Как в северных, так и в южных районах, в третьем цикле почти совсем отсутствовала в полном своем развитии последняя стадия эрозионного цикла – отложение покровной породы. Последняя стадия в этот период проявлялась в небольшом размере исключительно лишь на севере территории – в районах сплошного распространения этого цикла и притом преимущественно в виде небольших отложений покровной породы по дну суходолов и долины.

Отсюда видно, что сплошного уничтожения покровной породы (как это имело место после первого цикла) в третьем цикле не было, и потому покровная порода второго цикла должна была здесь вообще всюду сохраниться до настоящего времени в том почти виде, в каком она была отложена в тот период.

Что же могло произойти с почвой после третьего цикла.

Вопрос этот представляет большой интерес для познания почвообразовательных процессов в последний отрезок времени послетретичной эпохи.

Мы уже указывали, что эрозионные образования третьего цикла в виде донных глубоких русел и ветвистых концевых рвов напоминают по форме аналогичные современные эрозионные образования в виде донных и концевых размывов, отличаясь от них лишь большими размерами. В силу этого можно считать вполне достоверным, что и общий ход процесса эрозии на всем водосборе гидрографической сети, имеющий следы древних размывов третьего цикла, должен был во многом соответствовать условиям развития современных донных размывов.

При описании современных размывов будут подробно перечислены те условия, какие вызывают появление и развитие донных размывов по гидрографической сети в современную эпоху. Не перечисляя подробно этих условий отметим только, что одними из основных условий являются отсутствие леса и распашка водосборной площади.

Наличие таких факторов повышает интенсивность стока поверхностных вод, а отсюда усиленную концентрацию стекающей воды по дну сети и усиленный его размыв в глубоко расчлененных районах. Кроме того, наблюдения за распространением современных размывов показывают, что усиленный донный размыв обычно сопровождается и значительным смывом на окружающем размываемую сеть распахиваемом водосборе.

Исходя из этого можно считать, что и в период третьего послетретичного цикла эрозии (как и в два предшествующих цикла) на окружающем размытую по дну гидрографическую сеть водосборе должна была отсутствовать растительность как на самой сети, так и на большей части ее водосбора. В силу таких условий дно гидрографической сети подвергалось усиленному размыву, на окружающем же сеть склоне происходил и интенсивный смыв той почвы, которая была сформирована во второй межэрозионный период, следовавший за окончанием второго эрозионного цикла. При этом в тех районах (главным образом, южных), где третий цикл эрозии проявлялся лишь только в усиленном донном размыве, на прилегающей водосборной площади мог идти лишь сравнительно слабый смыв почвы. Там, где имел место не только усиленный размыв дна сети, но и усиленный размыв склонов (как, например, в некоторых районах правобережья Волги, Дона и Днепра), а особенно, где шло и интенсивное развитие концевых разветвлений всех вершин ложин (например, в северной части лесостепи), несомненно, процесс смыва мог охватить почти весь склон. На солнечных экспозициях, наиболее подверженных смыву, он мог полностью уничтожить весь почвенный гумусовый слой, захватив в некоторых местах и подстилающую его подпочву, а возможно даже и покровную породу.

Учитывая изложенное, можно сделать заключение, что в районах, подвергавшихся в более или менее значительном размере воздействию третьего цикла эрозии, современный почвообразовательный процесс после окончания третьего цикла эрозии мог проходить на таких примерно поверхностных субстратах:

1) на субстрате слабо или совершенно не затронутом процессами смыва третьего цикла и потому сохранившем полностью основной почвенный фон, образовавшийся до начала третьего цикла эрозии;

2) на субстрате, немного затронутом процессами смыва того же цикла и потому сохранившем частично в полусмытом виде почву второго межэрозионного периода;

3) на субстрате полностью смытом в период третьего цикла эрозии и потому совершенно не сохранившем древнего почвенного покрова.

В первом случае получит место в основном (древняя) реликтовая (межэрозионного периода) почва, деградированная, измененная в современную (после третьего цикла эрозии) эпоху.

Во втором случае почва, развитая на полусмытом реликте первого межэрозионного периода и, наконец, в последнем случае у нас

будет почва вновь сформированная в современную эпоху на покровной породе второго цикла эрозии.

Приняв во внимание сказанное выше, становятся понятными те некоторые, странные на первый взгляд, явления, какие мы можем встретить на участках, подвергавшихся воздействию третьего цикла эрозии. Так станет ясным, почему южная граница сплошного распространения третьего цикла эрозии почти полностью совпадает с южной границей сплошного распространения светло-серых лесных земель¹ и почему районы с развитием этих почв и почв подзолистого типа всегда почти имеют рельеф с явно выраженными и многочисленными следами третьего цикла эрозии (концевые ветвистые рвы, донные русла, склоновые рвы, следы подмывов, погребенные почвы по дну суходолов и др.).

Можно утверждать, что в таких районах существующая почва образовывалась или на почти голом субстрате покровной породы, освобожденном в период третьего цикла от ранее бывшей на ней древней почвы, или же на субстрате ранее существовавшей почвы, но сильно смытой в тот же период.

Возможно этим объясняется и то обстоятельство, что глубоко расчлененные прибрежные районы как центральной лесостепи, так и многих степных районов РСФСР и Украины редко имеют почвы высоких бонитетов (такие, как черноземы обыкновенные, тучные, деградированные), а почти сплошь бывают покрыты почвами более низких бонитетов (серые лесные, подзолистые суглинки). Вероятно, что в связи с этим находится и такое, довольно странное на первый взгляд, распределение главных типов почв в некоторых районах центральной лесостепи (например, в Орловской и Тульской областях). Там на водосборах рек, текущих в широтном направлении основные южные солнечные склоны покрыты почвами более северных зон (подзолистыми или светло-серыми лесными суглинками), а склоны северной экспозиции – почвами южных зон (черноземами обыкновенными и деградированными). В данном случае первые почвы формировались на более смытом субстрате, чем вторые, которые могут быть во многих случаях остались здесь реликтами от второго межэрозионного периода и лишь только частично изменились под воздействием современных почвообразовательных процессов².

¹Эта граница вместе с тем не совпадает с южной границей распространения северных валунов.

²Возможно, что и существование в некоторых районах пятен почв южного типа (черноземов) на сплошном фоне почв северного типа (подзолистых) (как, например, пятна Юрьевского чернозема или Волховского чернозема в Орловской области) также объясняется отсутствием в таких местах в резкой форме третьего цикла эрозии.

ОПИСАНИЕ НАИБОЛЕЕ ХАРАКТЕРНЫХ ТИПОВ ТЕРРИТОРИИ ЭРОДИРОВАННЫХ РАЙОНОВ

В глубоко расчлененных районах два главнейших, не меняющихся во времени, фактора – глубина расчленения и соотношение твердых и рыхлых коренных пород – создают определенный тип территории, который, в свою очередь, в основном предопределяет ход развития современных процессов эрозии. Знание этих процессов диктует и соответствующий подход к применению тех или иных искусственных мероприятий, воздействующих как на их ликвидацию, так и на их предупреждение.

Сочетание перечисленных факторов, создающих эрозионный облик территории, могут быть очень разнообразными. Не останавливаясь подробно на этом вопросе, необходимо осветить в основном геоморфологические особенности наиболее характерных и вместе с тем наиболее обширных территорий, являющихся очагами интенсивной современной эрозии.

Центральная часть лесостепи (южная половина Тульской области, Орловская область, западная часть Рязанской и Тамбовской областей, северная часть Курской и Воронежской областей). Эта часть территории одна из наиболее высоких на Среднерусской возвышенности, являющейся истоком многих рек европейской части СССР. Здесь берут начало Ока, Дон и главнейшие их притоки. В топографическом отношении район характеризуется глубокой расчлененностью гидрографической сети, имеющей здесь почти нормальный тип расчленения и более или менее постоянное соотношение отдельных звеньев гидрографической сети.

Коэффициент расчленения территории для наиболее эродированных участков колеблется в пределах от 1,1 до 1,4; площадь гидрографической сети составляет от 10 до 15%; контуры верхних звеньев показывают всюду нормальную асимметрию как внешнюю, так и внутреннюю (по мощности покровной породы). Долинное звено везде почти складывается по первому типу (чередование: полукруглых высоких крутых берегов и пологих низких, узкая пойма с широким слабо извитым руслом, примыкающим обычно к изгибам крутого берега). Стратиграфическое соотношение твердых и рыхлых пород в пределах высших и низших пунктов водосбора бывает здесь двух типов сплошная толща рыхлых песчаных и песчано-глинистых пород (юрские, меловые и нижнекамен-

ноугольные пески и глины) и верхняя часть общей толщи (от 0,5 до 0,75) состоит из песчаных и песчано-глинистых пород, указанных только что геологических систем, а нижняя (от 0,25 до 0,5) – из твердых известняковых пород. И в том и в другом случае профиль склона получается выпуклой формы, с большей сплюснутостью (близкой к прямой) у суходольных и долинных звеньев (рис. 65, 1-3). Длина склонов колеблется от 400 до 800 м, в среднем составляя около 800 м. Склоны на солнечных экспозициях укорочены, а на теневых – удлинены.

Водораздельные седловины (обычно резко выраженные) имеют ширину, примерно равную двойной линии тока прилегающего склона. Полные анастомозы вершин здесь встречаются редко, а чаще всего имеет место близкое (но неполное) сближение вершин концевых ложбин (особенно часто в верховьях Дона около города Епифапи)¹. Следов эрозии первого цикла в виде его покровной породы в этом районе почти совсем не встречается²; нередко здесь можно встретить следы первого цикла эрозии в виде заполненных песками глубоких впадин и рвов, осями своими не совпадающих с осью прилегающей гидрографической сети (см. рис. 15); почти всюду дно таких впадин не было ниже уровня дна ближайшего звена сети, что указывало на связь таких эрозионных углублений с основной гидрографической сетью. Интересно, что в некоторых таких заполненных послетретичными песчаными отложениями впадинах, расположенных вблизи и ниже уровня выходов нижнекаменноугольных песчано-глинистых отложений с включением слоев плотных синих известняков (с ископаемым *Productus giganteus*), мы находили угловатые куски кремнеолой породы (со следами указанного ископаемого), вкрапленные беспорядочно в песчаную толщу (обнажения около сел Пятавки и Ухтомки в лощинах левого берега Дона ниже устья р. Непрядвы).

Отложения покровной породы второго цикла являются здесь повсеместными и представлены или лёссовидным суглинком, или типичным лёссом, обнаруживающим по условиям развития и залегания различной мощности в зависимости от крутизны и экспозиции все те

¹Полный анастомоз по суходольному звену, встреченный нами лишь в одном месте, в истоках Дона у Иван-озера и представляющий соединение суходольного звена Дона с таким же звеном р. Шата, должен быть отнесен скорее к территории, пограничной с соседним северным районом лесостепи.

²Отложения буроватого лёсса, залегающего несогласно под обычным лёссовидным суглинком (иногда отделенного от первого слоем около 0,3 м щебня, кремня и песчаника, перемежающегося с лёссовой породой), нами были встречены единично в водосборе р. Соловы (притока р. Упы) у сел. Казачья, Белогузка, Пришня и у г. Крапивны.

закономерности, которые являются более или менее типичными для покровных отложений этого периода. Следует здесь еще добавить, что в местах, запятых черноземами, покровная порода является более карбонатной, обнаруживая типичные свойства лёсса (столбчатую отдельность, наличие кротовин до глубины 4 м). Покровная же порода под почвами типа серых лесных земель принимает характер лёссовидного суглинка, причем кротовины в нем доходят до 2 м глубины. Особенно характерно то, что верхние горизонты такого лёссовидного суглинка до глубины 1-2 м принимают в таких местах более темную буроватую окраску, сама же порода бывает слабо карбонатной, а в верхнем (темном) слое даже и совсем не реагирующей с кислотой.

Последнее обстоятельство следует, по-видимому, поставить в связь с более усиленным воздействием стекающих вод третьего цикла эрозии, потому что все случаи дифференциации покровной породы приурочиваются в большинстве своем к участкам, имеющим явные следы рельефа третьего цикла эрозии.

В силу указанного состава и строения коренных пород участки без покровной породы в описываемом районе встречаются сравнительно редко. Последние наблюдаются преимущественно на площадях, прилегающих к крутым (подмывным) берегам речных долин, прорезывающих массив девонских известняков и на присетевых солнечных частях склонов больших суходолов. В обоих случаях покровная порода бывает небольшой мощности, а часто и совершенно отсутствует, в силу чего только на таких участках и залегают неразвитые почвы.

В районах, лежащих за пределами территории с выходами девона, мало развитые почвы встречаются преимущественно на высоких водораздельных буграх, где (особенно в южной половине района) имеются иногда выходы на поверхность больших плит кварцитовых песчаников (меловой системы). Эти выходы создают вокруг себя пятно мало развитых почв, не играющих здесь, однако, большой роли ввиду их спорадического и мелкогнездового распространения.

Значительно чаще можно здесь встретить большие площади, покрытые светло-серыми лесными, иногда даже и подзолистыми суглинками, приуроченными к наиболее глубинно расчлененным приречным районам, притом большей частью имеющим общий наклон в солнечную сторону. Такое размещение этих типов почв пониженного бонитета, возможно, стоит в тесной связи с происходившими здесь

интенсивными эрозионными процессами в период третьего послетретичного цикла эрозии.

К специфическим природным особенностям данного района, влияющим на его эрозионный облик, необходимо отнести широкое распространение в данном районе карстовых лощинных образований в виде различного типа и размера провальных ям (воронок), провалов дна и берегов лощин, связанных с растворением трещиноватых девонских известняков, залегающих близ поверхности гидрографической сети. В результате такого растворения в толще известняков появлялись большие пустоты, вызывавшие обвал вышележащего грунта и появление на поверхности дна и берегов лощин подобного рода впадин (рис. 70, А и 71).

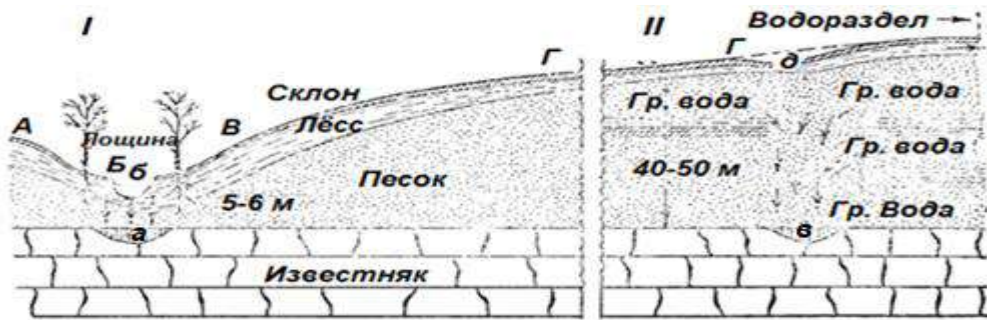


Рис. 70. Схема образования лощинных водопоглощающих провалов (I) и водораздельных блюдец (II):

АВВ – поперечный профиль лощины; *ВГ* – профиль склона; *а* – пещера, образовавшаяся в известняках от растворения водой, текущей по лощине и просачивающейся вглубь по ходам отмерших деревьев и трещинам в известняках; *б* – провал по дну лощины, происшедший от оседания грунта дна над пещерой (*а*); *в* – пещера, образовавшаяся в известняках (мергелях, гипсах от растворения их подземной водой, переливающейся с водоупорных слоев глин в водопроницаемые пески, в местах перерыва глин; *д* – блюдец (впадина), образовавшаяся на поверхности приводораздельной части склона или на самом водоразделе от оседания рыхлого (песчаного) грунта над пустотой (*в*); *гр. в.* – грунтовая вода

Являясь поглотителями громадного количества вод, стекающих по гидрографической сети, эти карстовые водопоглощающие образования служат ныне и служили ранее немаловажным фактором в ликвидации эрозионных процессов.

Встречающиеся довольно часто в северной части района карстовые образования другого типа в виде водораздельных блюдец (см. рис. 70, рис. 72) являются уже результатом иного процесса. Этот процесс

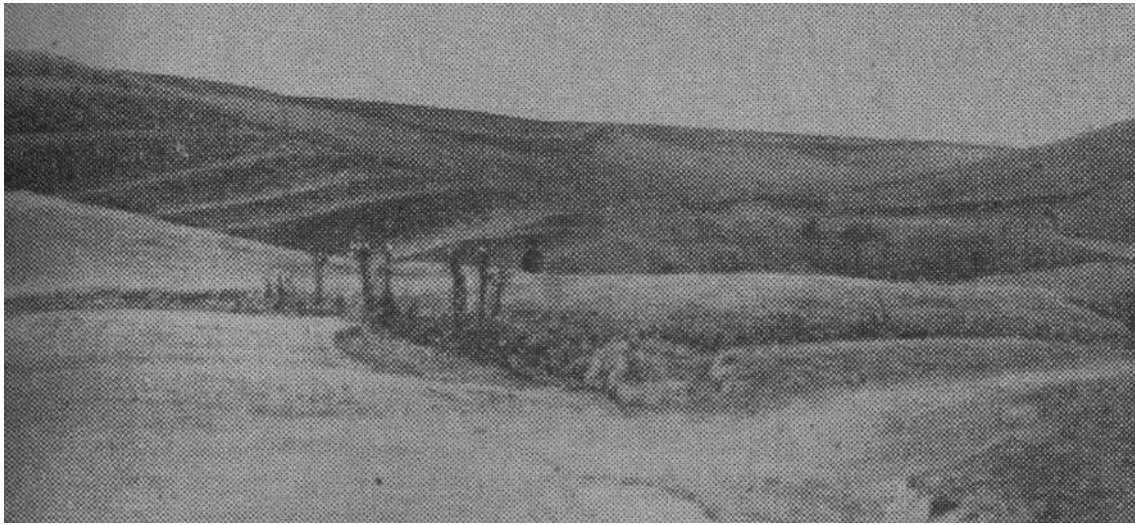


Рис. 71. Провальные ямы и воронки по дну лощины (окрестности с Глинище, Корсаковского района, Орловской области. (Фото А. С. Козменко))

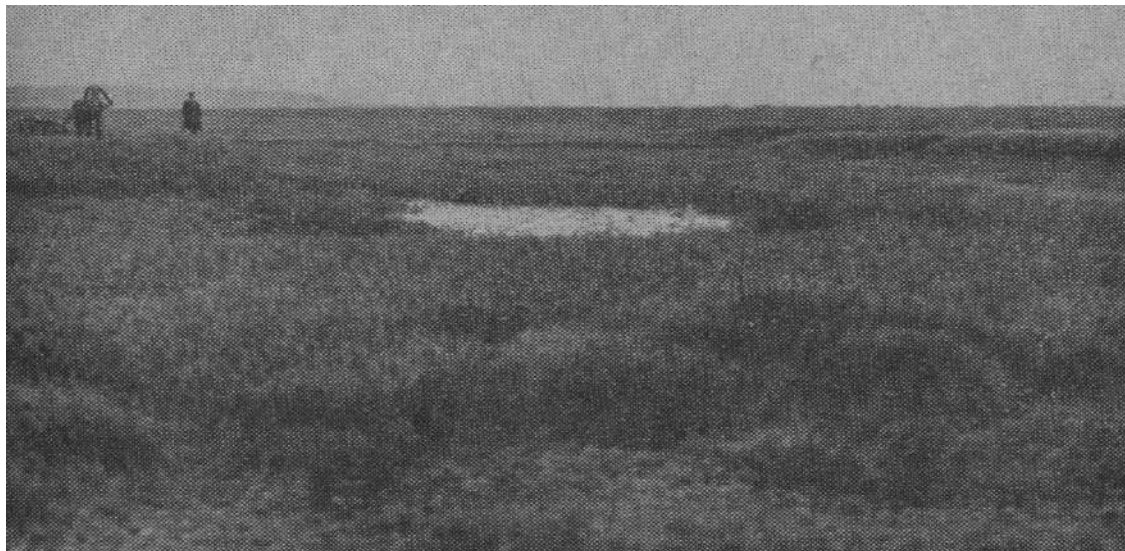


Рис. 72. Водораздельное блюдце (заполненное водой и заболоченное) (окрестности с Раковенского, Ново-Деревеньковского района, Орловской области. Фото А. С. Козменко)

связан с растворением рыхлых известняков и гипсов, залегающих не вблизи поверхности, а под мощной толщей песков, и притом растворением не столько водами, просачивающимися с поверхности, сколько грунтовыми водами, подтекающими со стороны и просачивающимися в глубь песчаных толщ в пунктах перерыва водоупорных пластов. В силу такого хода процесса растворения известняков происходило появление

в толще их пустот и обрушение вышележащего грунта. Это обрушение могло отражаться на поверхности (в виде появления той или иной впадины) лишь тогда, когда над пустотой здесь залегал рыхлый преимущественно песчаный грунт, лишенный в верхних горизонтах значительных слоев глин, способных образовать подобие свода и задержать от обрушения лежащую над ними часть грунта (см. рис. 70). Этим объясняется и то явление, что водораздельные блюдца наиболее часты в местах, где развиты мощные толщи песков, и больше всего на водоразделах, лишенных толстого слоя покровной суглинистой породы. Не играя никакой водопоглощающей роли, водораздельные блюдца, будучи всюду заполнены водой или заболочены, лишь несколько изменяют контур приводораздельной части склона, делая его неровным и волнистым, и только очень редко они образуют самостоятельную, короткую гидрографическую сеть с падающими к ней склонами и замкнутым водосбором, приуроченным к местонахождению водораздельного блюдца или озера. Никаких существенных изменений в развитии покровной породы здесь не наблюдается.

Наличие значительных площадей с развитыми на них береговыми оползнями, как современными, так и древними (покрытыми старым лесом) является второй особенностью этого района. Площади с такими образованиями в западной части размещаются в местах залегания юрских глин, в центре на участках с мощно развитыми нижнемеловыми глинами, и на севере, в местах выхода нижнекаменноугольных глин. Появление таких деформаций в берегах, связанных с обильным залеганием верхних грунтовых вод, создавало здесь особый ход развития древних эрозионных процессов и своеобразных контуров гидрографической сети.

Центрально-черноземный меловой район. Этот район, очерчиваемый границей, идущей между городами Богучар – Купянск – Волчанск – Белгород – Нижнедевицк – Богучар, по общему характеру расчленения территории гидрографической сетью близко подходит к району центральной лесостепи. Как там, так и здесь имеет место более или менее нормальное расчленение территории, почти с тем же его коэффициентом (1,2-1,4); однако контуры расчленения как поперечные, так и продольные уже значительно отличаются от района, описанного выше, переуглубленностью дна сети, находящейся в связи с особым ходом развития процессов расчленения территории. Эти процессы проходили здесь в однообразной толще меловой породы, обладающей в отношении

податливости размыву некоторыми свойствами, близкими с легкоразмываемыми породами, но вместе с тем и специфичными в отношении большей устойчивости откосов мелового грунта. Переуглубленностью дна сети объясняется, с одной стороны, слабый уклон и ее большая ширина, а с другой – значительно резкое падение склонов от водораздела к бровке берегов ближайшего звена сети.

Наличие в этом районе толщи меловых коренных пород и небольшая мощность лежащих на мелу песчаных (и песчано-глинистых) третичных пород, создали здесь; в лощинных звеньях крутой выпуклый профиль склонов, а в суходолах и долинах – сильно сглаженные профили солнечных склонов, непосредственно сливающихся с меловыми (почти всегда обнаженными) берегами. Профиль кривой линии тока солнечных склонов в суходольных и долинных звеньях при длине линии тока в 700 м имеет здесь почти прямолинейное очертание (см. рис. 65, 5).

Наличие в толще коренных пород небольших слоев песчаных грунтов (размещенных лишь у водораздела) и преобладание всюду меловых грунтов обусловили, кроме того, и слабое развитие здесь покровной породы, которая на солнечных склонах суходолов и долин очень часто совершенно отсутствует.

Вообще можно сказать, что чем выше здесь относительная высота местности, т. е. чем ближе она примыкает к водоразделу, тем, при прочих равных условиях, больше в ней развита покровная (лессовая) порода.

Покровная порода большей мощности сосредоточивается в основании теневых склонов, особенно по пологим развитым здесь западинам; по широкому дну лощин и лощин-суходолов; по дну коротких чашеобразных впадин и отвершков, расположенных по высоким берегам гидрографической сети; по дну водораздельных седловин (мощному отложению в этих местах покровной породы способствовало сосредоточение здесь рыхлых третичных песков).

Покровный плащ в данном районе представлен почти исключительно светло-желтым и темно-желтым лёссом. Различие в оттенках цветов зависит здесь от соотношения меловых и песчаных (третичных) пород: чем больше в водосборе данного склона развито меловых пород, тем более карбонатным и более светлым становится лёсс на склоне. Поэтому, например, около долины Дона, там, где в берегах и на прилегающих к ним склонах совершенно отсутствуют пески, покровная порода принимает почти белую окраску, а там, где в водосборе много песков, лёссовая покровная порода имеет темно-желтую окраску.

Покровная порода первого цикла эрозии в виде кирпично-красного или малинового суглинка встречается здесь повсеместно, преимущественно гнездами. Частота выходов и мощность этой покровной породы увеличиваются в общем по мере движения к югу. Наибольшие по мощности отложения, достигающие 15-20 м, встречаются в районе г. Богучара.

Преобладающий меловой характер коренных пород, отразившийся на составе и мощности покровных отложений, сказался и на почвах данного района. Специфической особенностью почв этого района, стоящей в связи со слабым развитием здесь покровной породы, является наличие в большом количестве неразвитых почв, залегающих или непосредственно на мелу, или на маломощных делювиальных отложениях меловых пород, сильно щебневатых и каменистых.

Неразвитые меловые почвы, попелухи, распространены преимущественно около долин больших рек (особенно много по правобережью Дона), по сглаженным солнечным берегам ложино-суходолов и суходолов и по прилегающим к ним нижним частям склонов; следует отметить, что теневые склоны тех же суходолов и ложино-суходолов попелух почти не имеют.

Почвы, расположенные на склонах с маломощным лёссом и близким залеганием мела (а потому обычно сильно карбонатные), получают характерную для них коричневатую окраску, которая особенно резко выступает на участках, вышедших из-под леса и распаханых.

Наиболее мощные, гумусированные, почвы распространены или по водоразделам, или по дну широких ложино-суходолов и долин. По мере удаления от границ зоны к югу и усиления в этом направлении песчаных коренных пород уменьшается размер площадей попелух и площадей с малоразвитыми почвами и резко увеличивается площадь полно развитых почв, залегающих на покровной породе, получающей здесь более широкое и мощное развитие.

К специфическим частным природным особенностям рельефа этого мелового района необходимо отнести:

1) весьма слабое развитие оползней берегов вообще, а древних оползней в частности;

2) отсутствие в районе карстовых образований, весьма распространенных в ранее описанной центральной лесостепной зоне, несмотря на широкое развитие здесь меловых и мелоподобных пород. Эта особенность объясняется, с одной стороны, отсутствием в плотных мелах частых трещин (столь распространенных в девонских известняках), а с

другой – особым свойством мела образовывать на поверхности при смачивании водой липкий, вязкий слой, заиливающий всякого рода трещины и пустоты. Это свойство мела препятствует интенсивному и глубокому растворению меловой породы и появлению в нем больших пустот, вызывающих карстовые явления на поверхности;

3) ограниченное распространение в нем типичных эрозионных форм третьего цикла эрозии, стоящее в связи со слабым развитием здесь покровного (лёссового) плаща, особенно в дне сети, (обычно в других районах к толще дна сети приурочиваются донные русла третьего цикла эрозии). К эрозионным образованиям третьего цикла эрозии необходимо здесь отнести:

а) ветвистые, глубокие, крутостенные рвы, относящиеся в большинстве случаев к древним глубоким западинам в меловой толще, заполненным песками и прикрытым или покровной, кирпично-красной породой отложениями того же первого цикла или делювием меловых пород. Такого рода рвы третьего цикла эрозии часто можно встретить по правобережью Дона около Кулаковки, Старой Калитвы и на всем участке правого берега Дона – между Кошарной и Дерезовкой;

б) глубокие рвы и промоины в меловых солнечных берегах, часто сплошь испещряющие последние (см. рис. 60 и 61);

в) задернованные следы полукруглых подмывов, нередко встречающиеся в подножье теневых, лёссовых берегов суходолов и долин.

Песчано-меловой район Правобережья среднего течения Дона (север Ростовской области, северо-западная часть Сталинградской области – Монастырщина – Клетская – Калач). К югу от мелового района мощность мела и мелоподобных пород (мергелем и опок) начинает снижаться, заменяясь толщиной третичных песчаных пород, включающих местами слои твердых песчаников.

В связи с этим начинает резко меняться тип территории, ее внешний контур и строение покровных отложений. Помимо увеличения ложбинных и лощинных звеньев и уменьшения ширины их дна склоны начинают принимать форму, близкую к контуру склонов центрального лесостепного района, круто выпуклую на солнечных экспозициях и более сглаженную – на теневых.

В местностях с мощным залеганием третичных песков склоны, примыкающие к верхним звеньям сети (ложбинам и лощинам) принимают, сглаженные пологие формы, создавая здесь часто широкие циркообразные впадины, полого спускающиеся к вершине лощин.

В силу мощного в таких случаях отложения по дну впадин лёссового плаща в крутых приречных участках часто можно встретить ясные следы третьего цикла эрозии в виде широких и глубоких русел с крутыми боками, прорезывающих дно впадин и образующих своеобразную форму лощин-водотоков, обычно заросших густым лесом.

В тех случаях, когда в верхних горизонтах водосбора имеется довольно значительная толща рыхлых песчаных (третичных) пород, а в нижних горизонтах залегают плотные меловые породы (к таким местностям относится все правобережье Дона около станиц Клетской и Меловой вплоть до Перекопской и район правобережья около сс. Подгорского и Репина), гидрографическая сеть на участках, где она прорезает меловые породы, получает резкие контуры с крутыми берегами, иногда схожие с горным ущельем. В долинах небольших ручьев инсолируемые берега и прилегающая к ним часть водосбора рассекаются частыми глубокими короткими отвершками, перемежающимися с высокими куполами, обнажающими меловую породу (рис. 73). Противоположные берега этих долин принимают круто сглаженную форму, сливаясь с крутым склоном, заканчивающимся на водораздельном бугре, создавая всем этим вогнутый профиль склона со шлейфом у подножья, сложенным из мощной толщи покровной (лёссовой породы) (рис. 74 и 75).



Рис. 73. Чашеобразные короткие боковые отвершки по меловому склону суходола близ станицы Подгорской (на Дону), Сталинградской области. (Фото В. К. Духнова)

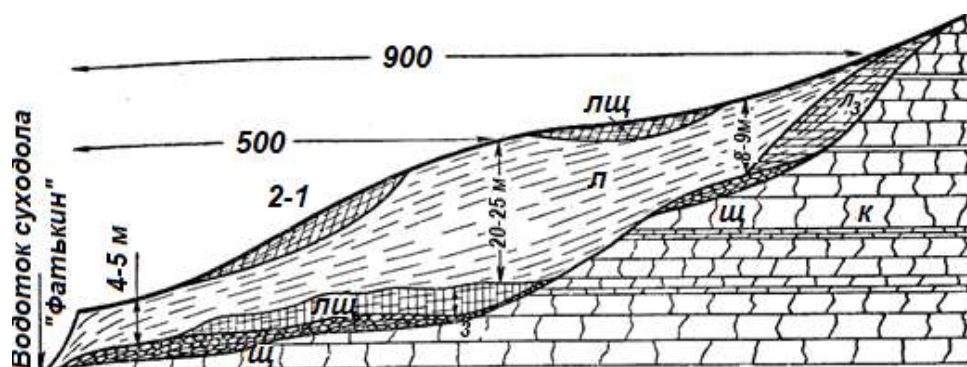


Рис. 74. Строение теневого берега и склона суходола в районе меловых отложений среднего Дона (левый, теневой склон суходола Кобелевского выше устья суходола Фатъкин близ станицы Клетской, Сталинградской области);

л — желтый лёсс (покровная порода второго цикла послетретичной эрозии); *л_з* — зеленовато-серая лёссовидная покровная порода с прослойками мелового гравия (делювий меловой породы); *лщ* — лёсс с щебенистыми прослойками; *щ* — щебень; *к* — коренная меловая порода (мел, опоки, мергеля)

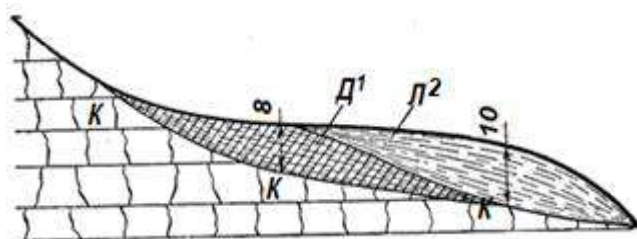


Рис. 75. Поперечный разрез шлейфа в теневом (левом) склоне суходола Кобелевского (близ станицы Клетской, Сталинградской области):

л² — желтый лёсс (второй эрозии); *л¹* — зеленовато-серая покровная (лёссовидная) порода; *к* — коренная (меловая) порода

подмыва большей частью в основании теневого лёссового шлейфа (рис. 76)¹.

Эрозионные формы третьего цикла эрозии при данном сочетании рыхлых и твердых пород развиваются, главным образом, в лоцинном и лоцино-суходольном звене, в виде донных русел, сильно осложненных современным донным размывом. В суходольном и долинном звеньях эти следы третьего цикла эрозии встречаются лишь в виде редких задернованных следов

¹Данная местность, между прочим, интересна в том отношении, что на ней, при наличии громадного числа различного рода размывов, имеются естественные обнажения по всем элементам склона и по ним можно детально изучить строение покровных отложений первого и второго циклов эрозии и их соотношения с коренными породами. Следует отметить, что эти покровные отложения по отношению к своему развитию очень точно отражают описанную нами нормальную зависимость от экспозиции берегов и склонов.

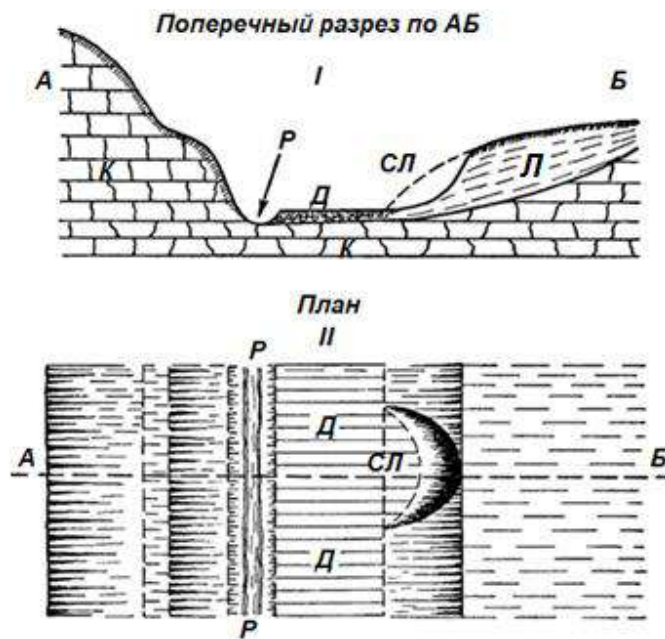


Рис. 76. Следы подмыва третьего цикла эрозии в лёссовом шлейфе (подножье теневого склона суходола Кобелевского около Клетского овражного пункта, Сталинградской области):

I – поперечный разрез суходола по *АВ*; *II* – план суходола; *Д* – дно суходола; *СЛ* – задернованный след подмыва третьей эрозии; *Р* – современный донный размыв (сухое русло); *Л* – покровная (лёссовая) порода; *К* – коренная (меловая) порода

В силу более мощного, чем в меловом районе, развития в данном районе песчаных толщ, а отсюда и более мощных отложений покровной породы, мало развитые почвы встречаются здесь реже, чем в меловом районе. Главная масса их в виде попелух сосредоточена в полосе правобережья Дона на участках с выходами мощной толщи мела в нижней части коренной свиты (Клетская – Меловая – Перекопская – Подгорская – Нижне-Акатово – Нижне-Герасимово), где они размещаются преимущественно в низовье суходолов и непосредственно по правому берегу Дона.

К числу специфических особенностей правобережья среднего течения Дона в рассматриваемых нами границах необходимо отнести наличие на некоторых берегах Дона, сложенных из песчаных третичных толщ (с прослойками песчаников), особых береговых эрозионных образований третьего цикла эрозии в виде вытянутых по берегу рвов или узких ложбин.

Правобережье Нижнего Дона и Северного Донца (Белая Калитва – Константиновская – Ростов). Занимая в основном пониженные участки Центральной Русской равнины, прилегающие к берегам Азовского моря, район этот включает в себя, с одной стороны, южные отроги Среднерусской возвышенности, захватывавшей описанный нами только что глубоко расчлененный район правобережья среднего Дона (Монастырщина – Клетская – Калач), а с другой стороны – восточные отроги Донецкого кряжа, дающего свои; ответвления через

все низовья Северного Донца от устья Белой Калитвы. Отсюда получается весьма оригинальное распределение типов территории по правобережью Дона и по Северному Донцу.

На Дону, начиная от Ростова, наблюдается сильно сглаженный правый берег, рассеченный в некоторых местах эрозионными образованиями третьего цикла эрозии в виде вытянутых впадин, редкую, неглубокую гидрографическую сеть, со сравнительно пологими склонами и со слабо выраженными седловинами. Долина Дона с низовья представляет долину второго типа с однообразным повышенным правым берегом, с широкой поймой и с извитым руслом, лишь местами (Акса́й, Раздорская, Константиновская), примыкающим к коренному берегу. Однако уже от устья Северного Донца в связи с подходом сюда отрогов: Донецкого кряжа и появлением твердых каменистых пород (а потому и с увеличением от этого уклона русла), начинают появляться даже и по Дону признаки долин ,первого типа, выражающиеся здесь в виде смены крутых (слегка вогнутых) и высоких отрезков правого берега с более сглаженными, пологими участками. Крутые участки берега, которые состоят в основном из коренной породы (каменноугольных известняков, прикрытых третичными песками), часто бывают рассечены глубокими чашеобразного вида отвершками, с дном, покрытым толщей лёсса. Пологие участки правого берега на большей своей части покрыты плащом лёсса, будучи здесь рассечены через 100-150 м пологими впадинами-ложбинами. В пределах долины Северного Донца, где каменистые породы Донецкого кряжа полностью захватывают всю прибрежную территорию справа и слева, видно, что долина этой реки принимает по строению всех ее элементов совершенно определенно первый тип. Она имеет характерное для долин первого типа последовательное чередование то в правом, то в левом берегу крутых вогнутых и высоких (до 30-50 м) отрезков с пологими и низкими участками, с узкой (100-200 м) поймой и слабо извитым руслом, примыкающим к крутому берегу. Во всех случаях крутые вогнутые участки берега Северного Донца (безразлично правые или левые) обнажают коренные породы, а пологие берега покрыты плащом покровной (лёссовой) породы.

Сообразно такому различию в строении условия отложения покровной породы в долинах Дона и Северного Донца складываются различно. По правобережью Дона, от его устья и до устья Северного Донца, где каменистых пород встречается мало и имеется большая толща песков (третичных), покровная порода довольно хорошо развита. Сгла-

женные высокие участки правого берега почти полностью прикрыты покровной породой, причем здесь в некоторых местах можно обнаружить и участки (например, около станиц Аксайской и Раздорской) с сохранившейся покровной породой первого цикла в виде темно-красного суглинка. По правобережью Дона выше устья Северного Донца покровная порода (представленная здесь обычным желтым лёссом) главным образом приурочивается к дну широких впадин и к сглаженным участкам правого берега Донской долины. В общем мощность желтого лёсса здесь не особенно большая, составляя не более 4-5 м, редко более. Покровная порода первого цикла эрозии здесь совсем почти не встречается. Следы ее наблюдаются лишь по прослойкам буроватой суглинистой породы с известковыми конкрециями (журавчиками), вкрапленными в нижние горизонты желтого лёсса.

Характерно, что плащ покровной породы спускается здесь вплоть до уровня поймы Дона, указывая этим на образование этой породы после формирования первичных склонов самой долины и впадающих в нее стволов гидрографической сети (у последней покровный плащ склонов также доходит до дна сети).

В долине Северного Донца картина распределения покровной породы получается совсем иной. Прежде всего здесь в связи с большой мощностью каменистых (каменноугольных) пород, участвующих в сложении берегов и прилегающих склонов, появляются громадные территории, сплошь лишенные покровной породы. Уже с самого почти устья появляется глубокая расчлененность рельефа, которая вместе с развитием каменистых сильно дислоцированных пород (песчаников, кварцитов, глинистых сланцев, плотных известняков) обуславливают слабое развитие покровной породы, сосредоточивающейся здесь преимущественно у подножья пологих, выпуклых отрезков берегов у нижнего основания теневых склонов суходолов, впадающих в долину Северного Донца. Короткие лощины, непосредственно впадающие со стороны высокого и крутого берега в речную долину, всегда почти бывают лишены лёссового покрова, образуя вокруг себя (как и вообще около высокого берега) большую каменистую бросовую территорию, покрытую лишь мало развитой и каменистой почвой.

На многих участках высоких крутых вогнутых (подмывных) берегов в местах резких тектонических нарушений строения коренных пород (особенно там, где пласты твердых пород поставлены «на голову») образуется цепь глубоких чашеобразных впадин, приуроченных к более

податливым размыву породам и чередующихся с выступающими сопками, расположенными в местах выхода более твердых пород (рис. 77).

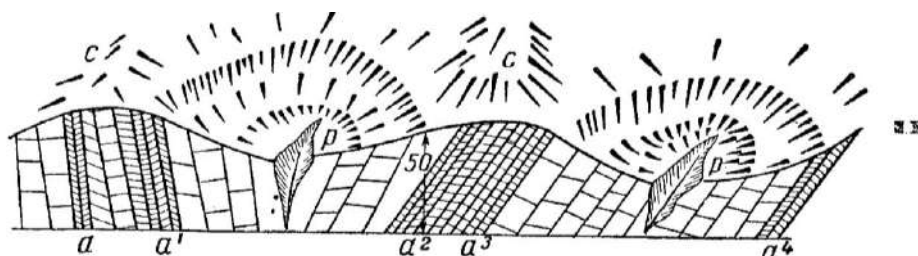


Рис. 77. Схематический контур коротких, чашеобразного типа отвершков в высоких берегах Северного Донца, сложенных из твердых каменноугольных пород, сильно дислоцированных (местами поставленных «на голову») (низовье р. Северного Донца у хутора Ольховского):

a, a', a^2, a^3, a^4 — слои наиболее твердых каменистых пород, чередующиеся с менее твердыми породами; p — современные размыты, прорезающие дно чашеобразных отвершков; c — сопки

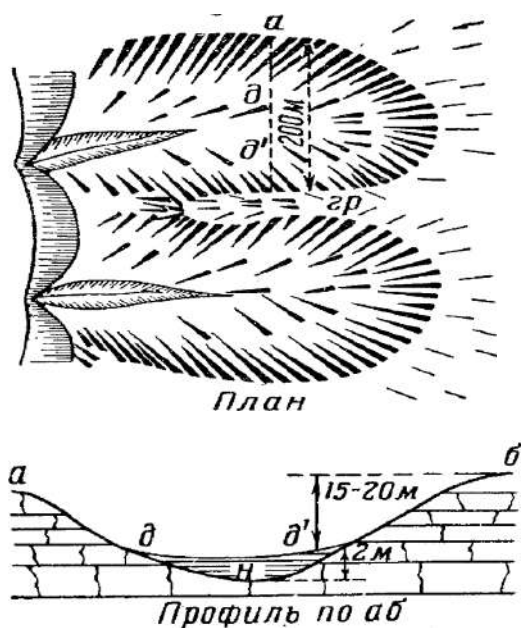


Рис. 78. Схематический контур лощин в каменистых склонах долины р. Белой Калитвы (близ железнодорожной станции Б. Калитва):

a и $б$ — верхние бровки лощин; $дд'$ — дно лощины; $гр$ — высокий гребень, разделяющий соседние лощины, $Н$ — донный древний нанос

Аналогичную картину представляет и долина левого притока Северного Донца — Белой Калитвы от устья на протяжении около 20 км.

Во многих случаях вся водосборная площадь коротких стволов гидрографической сети и одиночных лощин представляет в этих местах большую, резко выраженную, чашеобразного вида, впадину, часто непосредственно соединяющуюся с такой же впадиной соседней лощины, от которой она отделяется лишь узким гребнем шириной, не превышающей 50-60 м. В самой нижней (устьевой) части такой впадины имеется резко выраженное углубление с крутыми и высокими скатами, которое с этого места можно уже принимать за настоящую лощину (рис. 78).

Характерно здесь и отложение покровной породы, сосредоточива-

ющейся лишь небольшим слоем (1-2 м) по дну впадины; в местах пересечения лощины слоями твердого песчаника, поставленными «на голову», покровная порода иногда как бы перепруживается ими, образуя с верхней их стороны наплыв лёссового грунта (рис. 79).



Рис. 79. «Подпруда» лёссового покровного плаща поставленным на голову слоем твердого песчаника в лощине «Лесная» по левому берегу Северного Донца (выше устья Белой Калитвы):

$бв$, $б'в¹$ – верхняя бровка откоса водотока (край дна лощины): $дв$, $д'в¹$ – дно водотока; $Л$ – покровная порода (лёсс) по дну лощины; $К¹$ – слой весьма твердой каменистой породы; $К$ – остальная, менее твердая часть коренных пород (каменноугольные песчаники и известняки)

Специфические эрозионные образования третьего цикла эрозии встречаются в данном районе сравнительно редко. В правобережье нижнего течения Дона это находится в связи со слабо выраженным рельефом территории, а в районе нижнего течения Северного Донца, где рельеф является уже значительно более расчлененным, отсутствие таких образований объясняется исключительно преобладанием здесь твердых каменистых пород, мало пригодных для образования мощной толщи покровной породы, в которой, главным образом, и фиксируются контуры третьего цикла эрозии.

К эрозионным образованиям третьего цикла по первому водосбору должны быть отнесены задернованные следы подмыва в основании сглаженного правого, сложенного из лёсса, берега Дона, расположенные в стороне от современного русла реки¹. К этому же третьему циклу эрозии должны быть отнесены глубокие, разветвленные рвы (сплошь задернованные) в крутых отрезках правого берега Дона, пересекающие каменистые каменноугольные слои. Сюда должны быть также отнесены донные размывы (осложненные в настоящее время современным размывом) по широким, заполненным лёссом впадинам и вытянутые склоновые рвы по сглаженному берегу Дона, близ станицы Аксайской.

В водосборе Северного Донца из-за слабого развития лёсса следов третьего цикла эрозии встречается еще меньше. Сюда могут быть

¹Особенно рельефны такие следы подмыва в районе станицы Константиновской.

отнесены небольшие задернованные следы подмывов в основании пологих берегов Северного Донца, глубокие донные задернованные рвы-размывы в устьевой части широких чашеобразных впадин, промытых в каменистых породах (встречающиеся в берегах долины Белой Калитвы) и вытянутые, узкие, задернованные ложбины и рвы по высоким отрезкам подмывных берегов Северного Донца.

Возможно также, что часть заросших кустарником водотоков, прорезающих каменистое дно коротких лощин, впадающих в Северный Донец со стороны полукруглых высоких вогнутых берегов, должна быть отнесена к эрозионным образованиям третьего цикла, ныне в большей степени осложненных современным подмывом и размывом.

Район Правобережья среднего течения Волги. Входящая в пределы Приволжской возвышенности сравнительно узкая площадь, прилегающая к правобережью Волги, от Сенгилея и почти до Камышина, на всем протяжении (за исключением сравнительно небольшого отрезка, занимаемого Самарской Лукой) представляет довольно однотипную и вместе с тем оригинальную по рельефу и геологическому строению местность, нигде не встречающуюся в других частях описываемых нами зон. Специфическими особенностями этого района являются:

большая сближенность (от 3 до 15 км) высоких водоразделов с долиной Волги при большой относительной разности высот этих крайних пунктов, достигающей до 300 м на расстоянии 4-5 км и дающей в некоторых местах (Хвалынский) среднее падение 100 м на 1 км;

дифференциация по петрографическому составу верхних и нижних частей общей свиты коренных пород, слагающих водосборную площадь этого правобережья, и выражающаяся в залегании твердых меловых и мелоподобных пород преимущественно в верхней половине и более рыхлых песчаных и песчано-глинистых пород – в нижней.

Благодаря сочетанию этих рельефных и геологических условий здесь сформировался особый тип территории в виде серии следующих друг за другом чашеобразных впадин больших размеров, в пределах которых обычно можно выделить по вертикали три резко различные по геоморфологическому облику зоны, приуроченные к определенным высотным элементам водосбора (рис. 80). Самая верхняя, гористая, зона, располагающаяся у главного водораздела, является территорией, расчлененной густой и глубокой сетью концевых лощин с крутыми, но короткими скатами берегов, идущими почти до узкого водораздельного гребня (шириной часто не более 50 м), за которым снова идет крутой

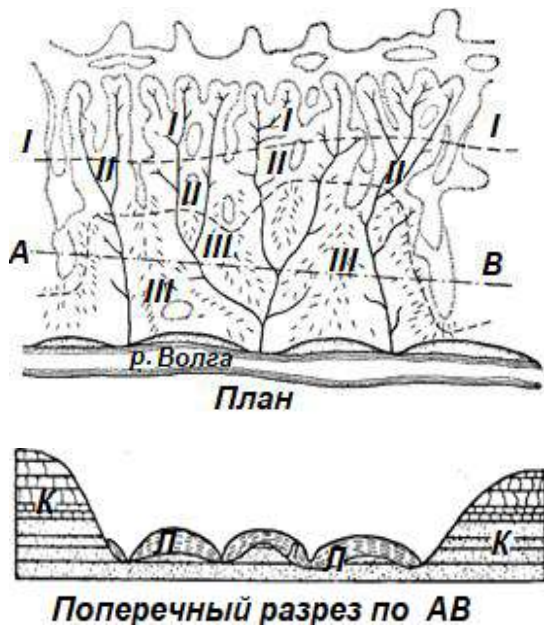


Рис. 80. Распределение геоморфологических зон в правобережье Средней Волги при гористом типе расчленения водосбора.

I, II, III – геоморфологические зоны; *Л* – лёссовая порода, *К* – коренная порода

короткие и длинные гряды, примыкающие к главному водоразделу, заканчиваются гораздо дальше от Волги, в пределах приустьевой низинной зоны, являющейся по отношению к водоразделу глубокой впадиной, с высотами, снижающимися до 200 м и меньше (рис. 84).

Впадина эта рассекается различным числом гряд, отходящих от гористой зоны, на отдельные низинные участки, окаймленные с одной или с обеих сторон грядами.

При наличии двух высоких гряд, доходящих до долины Волги, образуемая между ними впадина, окаймленная в верхней части мелкими выступами и гребнями, идущими близ водораздела, образует подобие амфитеатра, боковые высокие гряды которого будут являться как бы его барьерами (рис. 85). Такой тип рельефа в виде серии глубоких амфитеатров можно наблюдать в районе Хвалынска в полосе, примыкающей к так называемым Хвалынским горам (рис. 86). В од-

скат к соседней ложине (рис. 81-83). Получается, как бы целая серия глубоких ложин, соединяющихся иногда вершинами друг с другом и образующих между собой седловины различной глубины, чередующиеся с возвышениями в виде изолированных сопок-бугров¹.

Разделяющие соседние стволы ложин гребни и гряды отходят на ту или иную длину от главного водораздела в сторону Волги. Некоторые из этих гряд более значительной высоты и крутизны протягиваются от главного волжского водораздела почти до самой долины Волги, приближаясь к которой они сходят полого на нет, а иногда сохраняют довольно большую высоту вплоть до волжской долины, образуя около нее возвышения, именуемые сыртами. Остальные ко-

¹По определению Н. В. Церлинга коэффициент расчленения такой зоны доходит здесь до 7 км на 1 км².

ном из таких амфитеатров расположена оригинальная меловая гряда, известная здесь под названием «три шишки» (см. рис. 85).

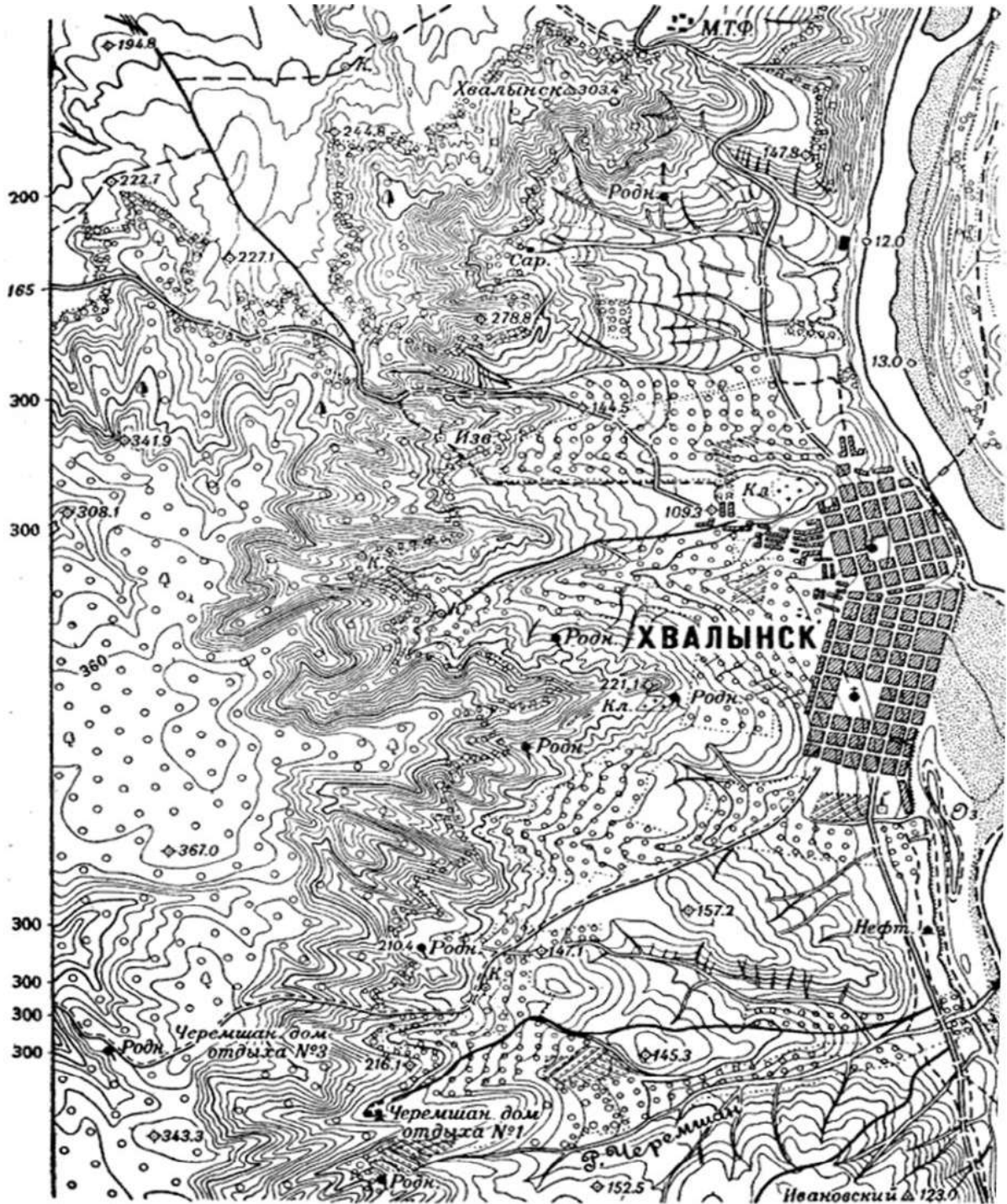


Рис. 81. Тип гористого расчленения по правобережью Средней Волги в изображении на топографической карте с горизонталями, (район г. Хвалынского)



Рис. 82. Гористая зона около г. Хвалынска, Саратовской области, (Фото Н. Я. Оринич)



Рис. 83. Верхние звенья сети в гористой зоне (окрестности г. Хвалынска, Саратовской области). (Фото С. В. Наумова)

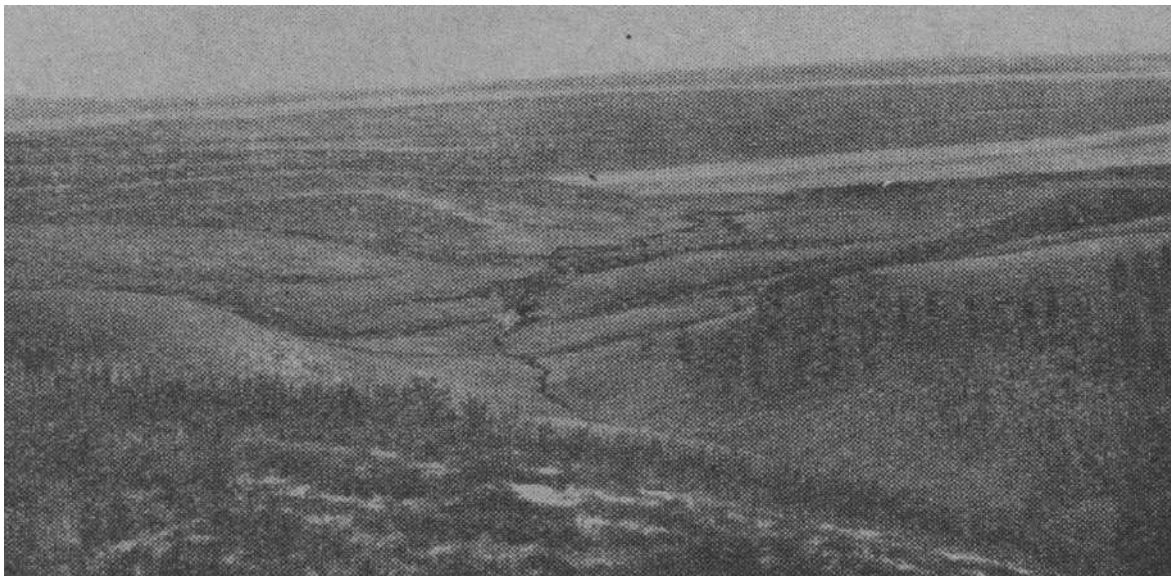


Рис. 84. Низинная зона около г. Хвалынска, Саратовской области. (Фото С. В. Наумова)

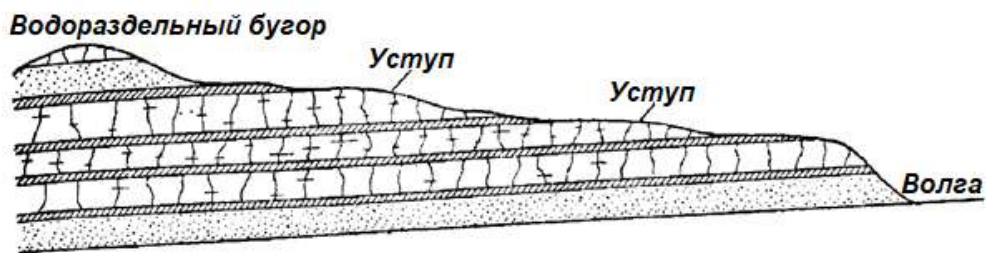


Рис. 85. Профиль поверхности территории с гористым расчленением по водораздельной линии, идущей от водораздельного бугра до долины Волги (район р. Хвалынска)



Рис. 86. Поперечный профиль через два рядом лежащих суходола по территории, примыкающей к приволжской гористой зоне. Водосбор р. Терешки близ г. Хвалынска (к – коренная (меловая) порода)

Аналогичную картину можно наблюдать и в районе Бехтяжки (близ Сенгилея), где широкая Бекетовская впадина окаймляется с бо-

ков Мордовским и Подвальским барьерами, расположенными друг от друга на расстоянии 15 км. Такого же типа резкая впадина имеется и у Нижней Банновки (ниже Саратова); она включает два суходола (Банный и Пустобанный), окаймленные с нижней (по течению) стороны барьером под названием сырт, а с верхней стороны – высокой грядой-барьером, идущим слева от суходола Пустобанного и снижающимся несколькими крутыми уступами к долине Волги.

Площадь, занимаемая барьерами и грядами, разбросанными единично среди низинной зоны, составит переходную зону – зону изолированных гряд. Гряды могут иметь крутые и пологие уклоны: крутые обычно приурочены к солнечным экспозициям, пологие – к тенивым. Отходящие от главной водораздельной гряды в сторону Волги более мелкие гряды могут снижаться к долине: круто, полого и в виде ряда уступов (см. рис. 85). Причем, уступы бывают приурочены обычно к выходам на дневную поверхность более твердых песчаниковых и кварцитовых пород, труднее поддающихся размыву по сравнению с выше и ниже лежащими породами. Уступы бывают сближены друг к другу на различное расстояние: в водосборах, где главный водораздел отстоит на большом расстоянии от долины Волги (как, например, у Бехтяжки), уступы обычно бывают расположены друг от друга на большом расстоянии; там же, где водоразделы сильно приближены к долине Волги (Хвалынский, Нижняя Банновка), они идут почти друг за другом. На высоких грядах и барьерах на солнечных их склонах нередко можно встретит боковые короткие чашеобразные отвершки, иной раз значительных размеров (Сенгилей); боковые отвершки часто идут один за другим, оставляя в промежутках выступы наподобие куполов.

В целом водосбор больших суходолов имеет гористый тип расчленения. Гидрографическая сеть в гористой зоне представлена, главным образом, лощинами, имеющими узкое дно и крутые берега – с короткими склонами (от 5 до 30 м) (Нижняя Банновка), тянущимися до водораздельного гребня. В низинной зоне встречаются три типа звеньев сети: ложбинное, лощинное и суходольное. В отличие от гористой зоны, гидрографическая сеть в низинной зоне в лощинных и суходольных звеньях имеет низкие, иногда едва заметные берега и широкое дно, прорезанное, как правило (по всем суходольным и отчасти по лощинным звеньям), глубоким крутостенным руслом (рвом) третьего цикла эрозии, почти всюду осложненным современной эрозией (подмывом и размывом) откосов.

Особенно резко выражены эти донные эрозионные образования третьего цикла на участке правобережья между селениями Трубиным и Лапоть, где залегание в нижней части мощной толщи сеноманских (меловой системы) песков создало в период третьего эрозионного цикла подходящие условия для образования глубоких и широких донных размывов. Описываемая эрозионная форма характерна здесь еще и тем, что она дает в своих крутых боках (преимущественно на солнечной стороне) частые отроги, постепенно увеличивающиеся в размерах от верхних участков суходола к нижним (см. рис. 41).

Весьма интересным является здесь и то, что при наличии таких боковых отрогов на солнечной стороне противоположный теневой бок водотока бывает более высоким, с бровкой, расположенной гораздо выше бровки солнечного бока. Это указывает на то, что в период третьего цикла эрозии основное течение потока отодвигалось водами, подтекавшими в большей массе с солнечного склона к теневому боку, который в силу этого усиленно подмывался.

Асимметрия крутизны берегов суходолов, так резко проявляющаяся в других районах в приволжской полосе, в низинной зоне выражена очень слабо, в силу того что берега суходола в этой зоне являются пологими, сливающимися со склонами; поэтому здесь можно говорить лишь об асимметрии крутизны различных экспозиций склонов высоких каменистых гряд и барьеров, рассекающих чашеобразный водосбор. Эти гряды обнаруживают большую крутизну на солнечной стороне и меньшую – на теневой.

Не менее оригинальным является здесь также размещение, мощность и состав покровной породы, создающие окончательный контур поверхности и основные предпосылки для развития в том или ином направлении современных эрозионных процессов, а отсюда и соответствующих практических противоэрозионных мероприятий (см. рис. 65, 7, 80, рис. 87).

Вследствие большой крутизны гористой зоны и отсутствия на ней подходящих лёссовобразующих пород, представленных здесь почти исключительно мелями, меловидными мергелями и опоками¹, покровный плащ почти отсутствует. Нет покровного плаща и на крутых грядах и барьерах переходной зоны, за исключение дна коротких от-

¹Залегающие здесь выше меловых пород третичные пески имеют весьма небольшую мощность и спорадическое распространение (преимущественно на самых высоких водораздельных буграх).

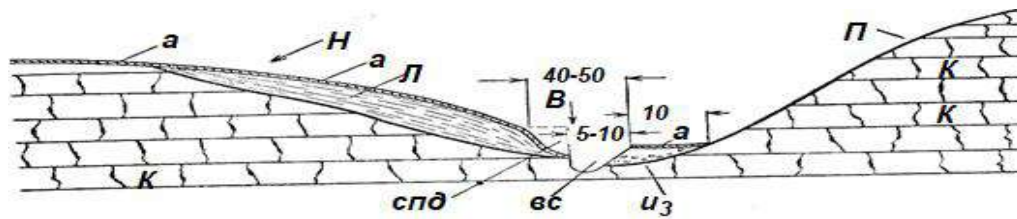


Рис. 87. Поперечный профиль суходола в правобережье Средней Волги на территории с гористым типом расчленения (разрез долины ручья Сенгилеевки близ г. Сенгилея):

П – крутой (левый) склон высокого барьера (гряды); *Н* – пологий (пахотный) склон низинной зоны; *В* – след древнего русла (донного размыва) третьего цикла эрозии; *спд* – задернованный след подмыва в донном русле третьего цикла эрозии; *вс* – современный донный размыв (водоток); *К* – коренная порода (меловой системы); *Л* – покровная порода (лѣсс); *а* – почва; *u₃* – щебенистый нанос в основании крутого склона

вершков, где он развит с небольшой мощностью. В низинной зоне лѣссовый плащ имеет уже значительное распространение, приурочиваясь преимущественно к дну гидрографической сети. Состав покровной породы является здесь также довольно специфичным, резко отражая состав коренных пород, слагающих приводораздельные части водосбора. Особенно в этом отношении характерны более южные участки правобережной приволжской полосы, расположенные к югу от Саратова, где вследствие преобладания в верхней зоне почти исключительно меловых карбонатных пород покровная (лѣссовая) порода приобретает светло-серую и светло-палевую окраску, делаясь мелко пылевой с большим содержанием карбонатов. В противоположность этому более северные участки той же полосы, расположенные к северу от Самарской Луки, где больше развиты нижнемеловые песчано-глинистые породы, покровная порода имеет нормальную для среднерусской зоны светло-желтую и даже буровато-желтую окраску.

В связи с глубокой расчлененностью рельефа в рассматриваемом районе наблюдается почти полное отсутствие покровной породы первого цикла эрозии. Некоторые следы ее были обнаружены нами в северной части района около Бехтяжки и на юге – около Золотого; на большей же части района, особенно в южной его половине, эта порода, видимо, полностью была смыта при последующем втором цикле послетретичной эрозии.

С малым развитием покровной породы связано широкое распространение в данном районе неразвитых, щебенистых почв. По площади

распространения неразвитых почв правобережье среднего течения Волги может уступать на Русской равнине лишь Центральному Донбассу.

В районе правобережья среднего течения Волги, начиная от Сенгилея и вплоть до Даниловки (крайний юг Саратовской области), всюду можно увидеть массу всякого рода щебенистых почв (называемых здесь пухляками), представленных в большинстве случаев субстратом из мелких и крупных кусков песчаниковых, опоковых и меловых пород, смешанных с гумусированным грунтом. Такие щебенистые почвы встречаются здесь не только в гористой зоне и на грядах переходной зоны, но нередко и в зоне низинной на верхних и средних частях склонов лощин и суходолов¹.

Своеобразное распределение коренных пород различных геологических систем определило здесь и распространение и направление некоторых физико-геологических процессов, отразившихся как на внешнем облике определенных частей водосбора, так и на развитии современных эрозионных процессов.

Широкое развитие получили в правобережье Волги оползневые явления, проходившие уже с момента формирования основного контура гидрографической сети и имевшие своей причиной выход на дневную поверхность в низинной зоне песчано-глинистых пород нижнемеловой системы, включающих массу водоупорных пород, а отсюда, как следствие, создание условий, способствовавших нарушению равновесия высоких берегов Волжской долины и впадающих в нее долин и суходолов. Правобережная, полоса Волги (севернее Жигулевских гор от Новодевичья до Ульяновска и южнее Жигулевских гор от Батраков до Хвалынского и от Вольска до Саратова) представляет место почти сплошного распространения грандиозных древних оползневых поверхностей берегов, которые в некоторых местах (главным образом, на облесенных участках) сохранили с периода развития третьего цикла эрозии и до наших дней свой первоначальный вид. В большинстве случаев эти древние оползни осложнены последующими вторичными современными оползневыми процессами.

Район правобережья Нижней Волги (Камышин – Сталинград). По основным топографическим показателям, определяющим глубину расчлененности рельефа, этот район мало отличается от района

¹Следует отметить, что по данным почвенных исследований, в одном только бывшем Хвалынском уезде Саратовской губернии, записано до 50% площади, занятой такими щебенистыми почвами.

правобережья Средней Волги: та же большая относительная разность высот водоразделов и уровня Волги, та же большая сближенность высоких водоразделов и волжской долины создают аналогичные, как и на среднем течении Волги, предпосылки для создания здесь больших площадей крутых склонов и резко выраженной гидрографической сети.

Однако иное геологическое строение, представленное преимущественно третичными породами, в большей своей массе рыхлыми, песчаными, изменяет в несколько ином направлении контур территории отдельных замкнутых водосборов.

Можно выделить два варианта сочетания твердых и рыхлых пород третичной системы: 1) водосборная площадь сложена главным образом из рыхлых песчаных пород с небольшим числом прослоек твердых пород (песчаников, опок); 2) верхняя часть водосбора сложена преимущественно из твердых пород (песчаников, опок), нижняя – из рыхлых.

Наиболее распространенным типом геологического строения водосбора будет здесь первый тип, меньше развит второй тип.

Первый тип геологического строения характеризуется тем, что в местах, где высокие водоразделы приближены к долине Волги, водосборы суходолов принимают такой же чашеобразный вогнутый книзу контур, как и на средней Волге, с тем лишь различием, что приводораздельная зона не имеет типичных для гористой зоны резких контуров концевых лощин, а представляет собой более сглаженные очертания с наличием в таких водосборах более широких приводораздельных участков у главного водораздела.

При втором типе геологического строения приводораздельная зона значительно больше подходит по контуру к типичной гористой зоне Средней Волги, имея и более: глубокие, и более крутые, чем при первом типе, очертания концевой гидрографической сети. Гидрографическая сеть дает более частые разветвления, хотя внешний ее контур не имеет все же тех резко крутых и глубоких очертаний, а главное той густоты расчленения, которая наблюдается в типичной гористой зоне среднего течения Волги.

Что касается низинных зон водосборов суходолов, то, они и при первом и при втором типе геологического строения имеют почти один и тот же контур, представляя, как и на среднем течения Волги, пониженную впадину, пересекаемую мелкой гидрографической сетью, с широким, прорезанным глубоким руслом третьего цикла эрозии, дном и прилегающими к нему пологими склонами, полностью заме-

няющими берега сети, которые здесь не обособляются от склона, как обычно в других районах.

В большинстве случаев гидрографическая сеть имеет в плане вид веерообразно расходящихся ветвей дерева от главного ствола, расположенного вблизи долины Волги (см. рис. 9, А). Более обычный и распространенный в других местностях тип расчленения в виде ствола, равномерно ветвящегося по всей длине (см. рис. 9, Б), здесь также иногда встречается; но это наблюдается обычно лишь в водосборах таких долин, у которых главный водораздел значительно отдален от долины Волги.

В отношении контура водосборов коротких стволов сети, впадающих в долину Волги, наблюдается следующее соотношение. При наличии в коренной свите мощной толщи рыхлых песчаных пород водосборы принимают чашеобразную форму с вогнутыми склонами и с широким дном, постепенно переходящим в прилегающие склоны. Когда водосбор состоит из твердых пород, профиль склонов делается выпуклым книзу, водосборная площадь становится вытянутой, а гидрографическая сеть – глубокой и узкодонной.

Наблюдаются здесь и такие (правда очень редкие) случаи (например, в водосборе р. Сестренки у с. Белогорка близ Камышина), когда верхняя часть большого водосбора сплошь сложена из твердых меловых пород, а нижняя – из рыхлых (песчаных); тогда верхняя часть водосбора получает резко углубленные контуры, вторая (приустьевая) – сглаженные, в виде широкой впадины.

Характерной чертой водосборов, сложенных из мощной толщи песчаных пород (особенно в приводораздельной части), является большое развитие глубоких водораздельных седловин и частое присутствие на водоразделах особого анастомоза вершин, при котором крутой склон одной лощины переходит непосредственно в такой же крутой склон лощины соседнего водосбора, образуя этим как бы один общий склон для противоположно направленных лощин (такое явление часто наблюдается на грунтовой дороге, идущей по водоразделу от Сталинграда до Камышина).

В районах развития песчаных третичных отложений с прослойками песчаников и опок часто можно встретить оригинальную асимметрию склонов и суходолов, отличающуюся от обычной асимметрии более крутым склоном на северо-западной, западной, а иногда и на северной экспозициях.

В формировании такой асимметрии обязательно участвовали следующие два совместно действующих фактора:

1) более усиленное (в период второй стадии эрозионного цикла) сглаживание солнечных склонов и связанный этим снос песчаных наносов, отодвигавших водный поток, протекавший по суходолу к противоположной стороне, которая в силу этого интенсивно подмывалась¹;

2) довольно заметный наклон (около $0,5^\circ$) твердых песчаниковых и опоковых пород, включенных в песчаную толщу, облегчавший подмыв первичных откосов, обращенных на северо-запад (см. рис. 40).

Такой ход развития эрозионного процесса в пределах гидрографической сети отразился затем и на последующей, аккумулятивной, стадии эрозионного цикла – на отложении покровной породы, которая в большей массе сосредоточилась на более сглаженном, а потому и более пологом склоне. Противоположные, более подмываемые и потому более крутые склоны, при большей их высоте оказались почти сплошь лишены покровной породы и к тому же сильно расчлененными частыми глубокими впадинами и рвами, являвшимися следами работы подтекавших к подмываемому склону водных струй.



Рис. 88. Лощины-рвы третьей эрозии, прорезываемые по дну современным донным размывом (район правобережья Нижней Волги, суходол Климушин водосбора ручья Камышинки. Фото Л. Т. Земляницкого)

¹Явление это аналогично образованию подмывов в русле реки под влиянием конуса выноса, вызывающего подмыв бока русла, противоположного той стороне, откуда движется этот вынос.

В описываемом районе большая часть внешних контуров сохранилась от первого цикла эрозии. Доказательством этого может служить сохранность во многих местах как по дну гидрографической сети, так и на склоне красно-бурых покровных отложений этого цикла, фиксировавших поверхность, выработанную в период первого цикла. В отличие от других районов, в которых покровная порода первого цикла имела характер сильно песчанистой глины частым включением известняковых конкреций (журавчиков), здесь она носит во многих местах (например, около Камышина) характер плотной, с призматической отдельностью, красно-бурой глины мощностью в 1-1,5 м (рис. 89), залегающей или непосредственно на третичной (песчаной) породе, или на небольшом промежуточном слое наносного щебенистого грунта.

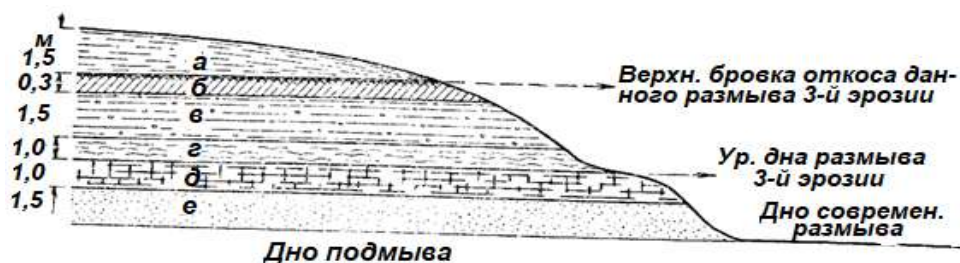


Рис. 89. Совместное обнажение покровных пород первого и второго послетретичных циклов эрозии (правобережье Нижней Волги около г. Камышина, суходол Балбережный, водосбора р. Камышинки):

а – сероватая лёссовидная порода с прослойками мелкого гравия (третьей эрозии); *б* – гумусированная порода (почва периода между второй и третьей эрозией); *в* – слоистая порода со щебнем (второй эрозии); *г* – грязно-желтая лёссовидная порода (второй эрозии); *д* – бурая плотная (лёссовидного типа) порода с вертикальными призматическими отдельностями (первой эрозии); *е* – песчаная коренная порода (в верхних горизонтах со щебнем беловатой твердой породы)

Следует отметить, что чаще всего эта покровная порода встречалась в Камышинском районе и реже в Сталинградском, что, видимо, может быть объяснено более глубокой расчлененностью последнего района по сравнению с первым, с чем было связано и более интенсивное проявление в районе Сталинграда последующего второго цикла эрозии, полностью уничтожившего покровные породы первого цикла. Следы аккумулятивной стадии второго цикла послетретичной эрозии в виде светло- и темно-желтых лёссов и лёссовидных суглинков представляют собой здесь, как и всюду в других районах, наибо-

лее распространенный тип покровных отложений, однако, развитый далеко, но на всех элементах водосборной площади, но во всяком случае в значительно большем объеме, чем на территории среднего течения Волги. Это обстоятельство связано было с большим развитием в описываемом районе рыхлых песчаных и песчано-глинистых третичных пород, что было важным фактором развития этих покровных (лессовых и лёссовидных) отложений.

Более мощные отложения покровной (лессовой) породы второго цикла встречаются по дну суходолов и мелких речных долин, впадающих в Волгу, где они достигают 15-20 м. Отсюда эта покровная порода распространяется по прилегающим склонам, постепенно сходя на нет на протяжении от 100 до 700 м в зависимости от крутизны и Длины склона (чем склон круче и короче, тем покровная порода охватывает склон на меньшую ширину и обратно). На крутых склонах и водораздельных буграх покровная порода вообще отсутствует, встречаясь на водоразделах лишь по дну глубоких седловин.

Отложения второго цикла представлены здесь в основном лёссовидной песчано-глинистой породой желтоватого цвета (темного с буроватым оттенком на участках с сохранившимися вблизи отложениями бурого суглинка первого цикла эрозии) и более светлого в местах выхода меловых пород, встречающихся здесь в полосе большого сброса в верховье р. Камышинки)¹.

Следует также упомянуть о наличии здесь в некоторых местах особого типа покровных отложений по дну лощин и суходолов в виде лёссовидной породы, смешанной с тем или иным количеством крупного или мелкого щебня. Такого рода покровная порода встречается в этих местностях по дну суходолов около основания крутых теневых склонов, сложенных из третичных пород, в большом количестве включающих прослойки твердых песчаниковых или опоковых пород.

Некоторые структурные особенности покровной породы по дну лощин указывают на то, что развитие ее шло в некоторых местах с остановками, перемежаясь периодами, когда отложение покровной породы прекращалось на долгое время и на поверхности развивалась растительность, образующая почвенный гумусовый горизонт (см. рис. 89). (В некоторых местах, как например, в Камышинском районе, имеются признаки двух таких гумусовых горизонтов).

¹Сброс этот идет от с. Дворянского (на Иловле) на Белогорку и Чухонасовку.

Как и всюду в других районах, третий цикл эрозии в правобережье нижнего течения Волги проявился почти лишь в одной его первой стадии – размыве, результатом которого явились различные эрозионные образования по дну и берегам сети и по склонам.

Глубокая расчлененность и наличие мощной толщи рыхлой коренной и покровной пород создали здесь условия для широкого распространения в пределах гидрографической сети и на окружающих склонах различных эрозионных образований третьего цикла эрозии, в большинстве случаев подвергшихся значительным последующим деформациям под воздействием современных процессов эрозии.

Следует отметить и такое обстоятельство, что в тех случаях, когда крутодонные лощины прорезают твердые песчаниковые и опоковые породы (случаи, часто встречающиеся в коротких стволах сети, впадающих в Волгу ниже с. Антиповки), эрозионные образования третьего цикла в таких лощинах почти не встречаются.

Самыми распространенными эрозионными формами третьего цикла будут здесь следующие.

Донные размывы по суходолам и долинам в форме глубоких русел, прорезающие широкое (лёссовое) дно (наиболее здесь распространенная эрозионная форма третьего цикла эрозии) (см. рис. 25, В, 88, рис. 90).

Короткие отроги в боках, указанных донных размывов, преимущественно на солнечной их стороне (см. рис. 156, 0³).

Узкие глубокие, с крутыми лёссовыми откосами концевые рвы, отходящие от вершин основных лощин (второго цикла эрозии), иногда образующие за пределами основных лощин дополнительную сеть ветвящихся лощин-рвов третьего цикла эрозии (как, например, в суходоле Щепихин в водосборе р. Камышинки (около Воропоново по водосбору р. Пионерки)) (см. рис. 157.)

Узкие, вытянутые по склонам суходолов и долин большие рвы-промоины, развитые больше всего на солнечных склонах, сложенных из песчаных пород прослойками песчаников, особенно рельефно развитые по долине р. Пионерки у Сталинграда. В отличие от донных размывов, эти эрозионные образования прорезают преимущественно коренные (третичные) породы (см. рис. 156, л3).

Глубокие донные размывы в ложино-суходолах, захватывающие все дно и соседние участки склонов, сложенных – из лёсса и мощной толщи песков (образования, часто встречающиеся в районе Камыши-

на, по суходолам Кирпичному, Щепихину, Ананьеву, относящимся к водосбору р. Камышинки) в районе Балыкля (по суходолу Водяному) (см. рис. 90, 2, рис. 91).

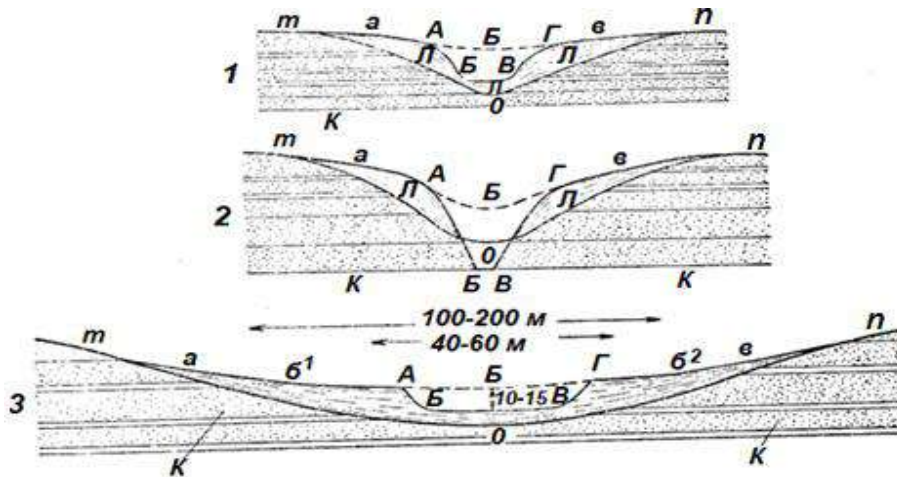


Рис. 90. Поперечные контуры главнейших типов древних размывов третьего послетретичного цикла эрозии в правобережье Нижней Волги:

1 – концевой ров; 2 – узкий глубокий донный ров в крутодонных лощинах («кирпичный» тип донных размывов третьей эрозии), прорезающих мощную толщу песков; 3 – широкий донный размыв (русло) по широкому дну лоцино-суходолов и суходола; *m* – поперечный профиль дна первичного размыва второй эрозии; *абв* – профиль (поперечный) гидрографической сети (ложбины, лоцины, суходола); *АБВГ* – поперечный профиль размыва третьего цикла эрозии; *л* – покровная порода (лёсс, лёссовидный суглинок); *к* – коренная порода (пески и песчаниками); *БВ* – дно размыва третьей эрозии; *АБ* и *ВГ* – крутые откосы размыва третьей эрозии

Таким образом, почти все звенья сети имеют здесь в той или иной форме развитые эрозионные образования третьего цикла эрозии, играющие большую роль в землеустройстве, дорожном и водном хозяйстве этого района. Размещение этих эрозионных образований по отдельным звеньям сети идет в такой последовательности (начиная от верхних звеньев) (см. рис. 90).

Концевой ветвящийся ров, выходящий за пределы лоцин на окружающий склон (см. рис. 157).

Лоцино-ров по ложбинам и верхним частям лоцин (см. рис. 90, 1).

Глубокая узкая лоцино-ров (см. рис. 90, 2) в лоцино-суходольном звене.

Донное русло (размыв) по широкому лоцино-суходолу и суходолу (см. рис. 90, 3).



Рис. 91. Лощина третьего цикла эрозии в правобережье нижнего течения Волги («кирпичный» тип лощино-суходолов, прорезавших толщу лёсса и песчаных коренных пород) (лощино-суходол Кирпичный около г. Камышина. Фото А. П. Шапошникова)

Широкое и глубокое донное русло (размыв) с боковыми отрогами (в большом числе – на солнечном склоне) по большому суходолу и ручьевой долине (см. рис. 156, 0^3).

Склоновые вытянутые (длинные) узкие рвы по склонам (преимущественно солнечным) больших суходолов и мелких речных долин, впадающих в долину Волги (см. рис. 156, $л^3$).

К специфическим рельефным особенностям данного района необходимо отнести почти полное отсутствие в нем в сколько-нибудь резкой форме как древних, так и современных оползневых образований, связанное с почти полным отсутствием здесь в коренных породах мощных пластов водоупорных глин; довольно частые обнажения (главным образом, в устьевых частях приволжских суходолов) коричневых (шоколадных) сланцеватых хвалынских глин, являющихся в некоторых местах поверхностной породой на дне устья большинства суходолов, впадающих непосредственно в долину Волги.

Район Центрального возвышенного Донбасса (Ровеньки – Красный Луч – Дебальцево). В геоморфологическом отношении район этот оригинален глубокой расчлененностью при наличии почти сплошного каменистого грунта в коренной породе водосбора. Это со-

здает своеобразное расчленение его гидрографической сетью, которая здесь сравнительно редка, но вместе с тем очень глубока, берега ее почти везде сливаются со склонами. Склоны на большем протяжении не имеют покровной породы, в силу чего на поверхность обнажаются или непосредственно элювий коренных каменистых пород (кварцитов, песчаников, глинистых сланцев) или же тонкий слой мало развитой почвы.

В верхних звеньях сети, где могла еще в небольшом размере образоваться покровная порода, встречаются довольно ясные контуры древних донных размывов третьего цикла эрозии, лучше всего сохранившиеся на участках, покрытых лесом. В большинстве случаев эти донные размывы имеют вид глубоких русел с асимметричными по высоте крутыми боками, более высокими на солнечной стороне (см. рис. 62).

Не менее оригинальны здесь и склоны, падающие к нижним звеньям сети. В силу больших тектонических нарушений в залегании твердых каменистых пород, сопровождавшихся во многих местах сбросами, с очень высоким поднятием слоев склоны получили часто резко волнистый контур с выступами на дневную поверхность гребней более твердых пород (рис. 92). Там, где гребни твердых дислоцированных пород направлены вдоль склона, на склонах образуются продольные ложбины в каменистом грунте (по дну которых местами может залегать небольшой слой покровной породы; иногда же такие ложбины прорезаются донным размывом третьего цикла эрозии, чаще же современным размывом) (рис. 93).



Рис. 92. Контурсы склонов в возвышенной части Центрального Донбасса (суходол Кривоватка водосбора р. Белой)

Район правобережья Днепра около порогов (Мишуриин Рог – Днепропетровск – Майорка). По типу расчленения район этот близко подходит к району центральной возвышенной лесостепи, имеет почти нормально разветвленную гидрографическую сеть. Густота разветвления и площадь сети зависят от основного состава коренных пород, слагающих водосбор. Там, где в толще коренных пород большой процент составляют твердые породы (в данной местности граниты), гидрографическая сеть бывает более редкой (как, например, в районе ниже Днепропетровска). На территориях, где главная толща коренных



Рис. 93. Профиль ложбин в каменистых склонах Центрального Донбасса, расчлененных выступающими гребнями твердых пород, поставленных на голову (суходол Кривоватка близ железнодорожной станции Кипучая):

г – выступающие гребни твердых слоев;
в – впадина (ложбины) между гребнями; р – современные размывы, прорезающие дно впадин-ложбин

гидрографическая сеть составляет около 19% всей площади (Майорка), выше Днепропетровска – до 32%.

Преобладающая форма склонов – выпуклая у основания; на территориях, гуще расчлененных, они бывают более крутыми, чем в местностях менее расчлененных (Запорожье). И в том и в другом случае благодаря наличию в коренной толще рыхлых песчано-глинистых пород покровная порода получает повсеместное и довольно мощное распространение, в силу чего и площадей с мало развитыми почвами почти не встречается.

Описываемый район, особенно в южной его части, характерен по наличию в нем довольно частых следов покровной породы первого цикла эрозии. На участке ниже Днепропетровска она встречается почти в каждом звене гидрографической сети, будучи представлена типичной для нее кирпично-красной песчанистой глиной, с включением журавчиков. Залегает эта порода или на белой, каолиновой глине или на граните, неравномерно прикрываясь сверху толщей желтого лёсса покровной породы второго цикла эрозии. Особенно характерно то, что на склонах солнечной экспозиции эта покровная порода первого цикла является менее мощной и менее сохранившейся, чем на теневых склонах, причем на солнечных склонах она покрывается гораздо более мощным слоем желтого лёсса, который на теневых экспозициях зачастую не доходит до

пород представлена рыхлыми породами (выше Днепропетровска), гидрографическая сеть делается более разветвленной и широкой, занимая больший процент водосборной площади. В данном случае и в том, и в другом районе площадь, занимаемая сетью, достигает довольно большой величины. По данным Украинского научно-исследовательского института агролесомелиорации, в районе ниже Днепропетровска

основания склона, обнаруживая этим обратную асимметрию мощности, противоположную той, которую мы наблюдаем в большинстве других эродированных районов (см. рис. 65, 4). О причинах такого ненормального отложения желтого лёсса уже указывалось; добавим лишь то, что сохранность покровных отложений первого цикла эрозии зависит также и от густоты расчленения сети в данном районе: чем эта сеть гуще, тем больше оказалась смытой эта порода. В районе ниже Днепропетровска эта порода сохранилась на большем числе участков, чем в районе, расположенном выше Днепропетровска, где от этой породы сохранились преимущественно ее включения – журавчики, образующие часто довольно заметный слой между подошвой желтого лёсса и элювием коренной породы.

Характерно в этих местах большое развитие покровной (лёссовой) породы по дну водораздельных седловин, где толщина ее может достигать 20-30 м, чего в других районах не наблюдается. Очень интересна форма залегания этой породы по правому возвышенному берегу Днепра, где пласт ее в некоторых местах имеет вид круто приклоненного мощного наплыва, покрывающего коренные (третичные) породы и спускающегося вплоть до поймы. На некоторых участках берега, находящихся в стороне от современного русла и сложенных из такой же линзы лёсса можно наблюдать следы подмыва третьего цикла эрозии, в результате которого здесь образовались крутые, вогнутые откосы, в настоящее время сплошь задернованные, а кое-где и поросшие старым лесом.

В толще отложений желтого лёсса второго цикла эрозии в данном районе часто встречаются гумусированные прослойки (обычно до двух); иногда при этом желтый лёсс залегает на гумусированном слое, лежащем непосредственно на песках, частью коренных, частью перемытых в послетретичный период. Это обстоятельство указывает на известный перерыв, между окончанием формирования первичных сети и склонов и началом отложения лёссового покрова.

На тех участках, где глубокая гидрографическая сеть прорезает исключительно песчаные грунты и где в силу этого в берегах сети образуются частые боковые, короткие, чашеобразного тина отвершки, покровная порода залегает преимущественно по дну этих отвершков, оставляя большую часть берегов прикрытой ею лишь тонким слоем.

Следы третьего цикла эрозии в хорошо сохранившейся форме в описываемом районе встречаются редко, будучи большей частью за-

тушеваны современным размывом. Нужно отметить, что большинство следов третьего цикла эрозии представлено здесь глубокими донными образованиями в ложино-суходольном или суходольном звеньях и единично разбросанными по долине Днепра задернованными крутыми, сильно вогнутыми, участками высокого берега, сложенного из лёсса, расположенными в стороне от современного русла.

В заключение следует указать, что нормальное расчленение сети и резкая крутизна и выпуклость склонов при наличии мощных толщ песчаных пород, стоят здесь в несомненной связи с наличием в основании коренных пород приднепровского водосбора плотной каменистой плиты гранита. Эти граниты создали прочный базис послетретичной эрозии, не допускавший излишнее переуглубление дна и сильное сглаживание прилегающих песчаных склонов. Это обстоятельство способствовало увеличению уклона дна от нижних звеньев к верхним, а отсюда и более равномерному расчленению территории в этом же направлении.

К физико-геологическим особенностям данного района надо отнести почти полное отсутствие в полосе южнее Днепропетровска оползневых образований (как древних, так и современных) и спорадическое их распространение в полосе правобережья севернее Днепропетровска.

Район правобережья среднего течения Днепра (Киев – Канев) и правобережья Десны (Новгород-Северский – Чернигов). Включаясь в полосу западной лесостепи, эти районы правобережья среднего течения Днепра и Десны охватывают участки, наиболее густо и глубоко расчлененные.

В создании специфического облика территории этих районов два главнейших естественных фактора формирования рельефа – (глубина базиса эрозии и состав коренных пород) имели здесь такие сочетания: а) наивысшие пункты водораздельной линии, отделяющей водосбор этих двух рек от водосбора соседних речных систем, находились на близком расстоянии от долины Днепра и Десны; б) свита коренных пород, слагающих территорию правобережья этих рек, в основании своем представляла собой толщу сравнительно плотных мергелей и глин, выше которой залежали более рыхлые песчаные и песчано-глинистые слои. Указанные условия задерживали углубление и усиленное сглаживание первичных протоков в устьевой части, способствуя в целом (при большой относительной разности высот водоразделов и прилегающих низин) густому и вместе с тем глубокому расчленению территории гидрографической сетью.

Гидрографическая сеть здесь в устьевых частях суходола занимает в некоторых местах до 60% общей площади водосбора, превращая такие участки в сплошные углубления и сопки (рис. 94).



Рис. 94. Гидрографическая сеть (лощины и суходолы) в районе правобережья среднего течения Днепра, прорезаемая современным донным и береговым размывом (суходол Хмельнянский Каневского района. Фото П. Ф. Оксюка)

Вместе с тем наличие большой толщи рыхлых песчаных и песчано-глинистых пород в верхней части коренной свиты обуславливало мощное развитие покровной породы в приводораздельной части водосбора, по мощности развития которой этот район (особенно придеснинский) должен быть поставлен на одно из первых мест в описываемой территории европейской части СССР.

Такой характер расчленения и развития покровной породы резко сказался на специфике современных эрозионных образований в данном районе.

Район восточной (Мордовской) лесостепи (Рузаевка – Саранск – Чамзино – Алатырь). По стратиграфическому – соотношению твердых и рыхлых пород (твердые породы сверху, рыхлые – внизу) район этот близко подходит к находящемуся по соседству к востоку от него району правобережья Волги (Сенгилей – Новодевичье), но резко отличается от последнего значительно меньшей глубиной базисов древней эрозии. В силу этого при наличии одной и той же (видимо, значитель-

ной) водной массы, участвовавшей в формировании того и другого районов, здесь получился в лоцино-суходольных и суходольных звеньях сети тот же вогнутый книзу профиль (со шлейфом), что и на среднем течении Волги (см. рис. 65, 8), но гораздо более сглаженный, особенно на склонах теневых, нередко имеющих на поверхности густую сеть мелких ложбин. При неодинаковой мощности массива твердых опоковых (меловых) коренных пород вогнутость профиля в различных участках данной территории получалась также неодинаковой. В общем вогнутость усиливается в районах с меньшей толщиной опоково-меловых пород, сходя к прямой и даже к выпуклой кривой при увеличении этой толщи (рис. 95). Это стратиграфическое неодинаковое соотношение твердых и рыхлых коренных пород сказалось и на развитии покровного плаща, который развился здесь более или менее нормально на участках водосбора с небольшой мощностью твердых (опоковых) пород и совершенно почти не образовался на участках с мощно развитой толщиной опоковых пород. Поэтому получились два резких различных профиля в западной и восточной части описываемого района. Для первой части (район Рузаевки – Саранск) типичным будет контур склонов суходолов, показанный на рисунке 98; для второй (район Чамзино – Атяшево – Алатырь) – профиль, показанный на рисунке 96. В первой части района (Рузаевка – Саранск), где опоковая порода сильно утонена, получают те же сильно сглаженные, но уже нормальные для суходола асимметричные профили с более крутым солнечным склоном и пологим теневым при широком и ровном дне (рис. 97)¹.

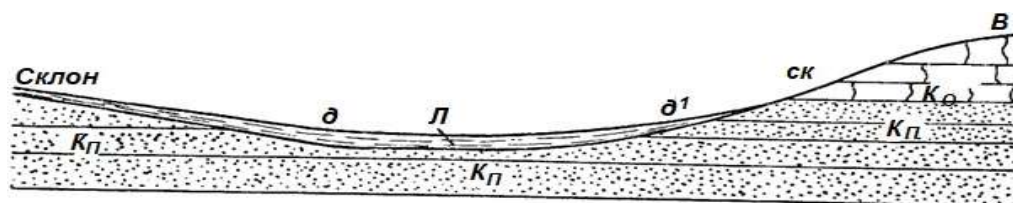


Рис. 95. Строение склонов суходольных звеньев в пологих районах с опоковыми (меловыми) породами в верхней части свиты коренных пород склона и рыхлыми песчаными породами в нижней части (район между с. Рузаевкой и г. Саранском, Мордовской АССР):

В – водораздел; *Км* – коренная опоковая порода; *Кп* – коренная песчаная порода; *Л* – покровная (лессовидная) порода; *дд¹* – дно суходола, *ск* – склон

¹В данной части района в связи со слабым развитием покровного плаща внешняя асимметрия (крутизны) берегов начинает проявляться довольно заметно уже в лоциноном звене.

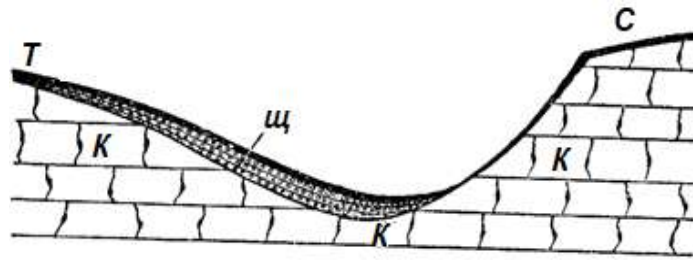


Рис. 96. Контуры лощин в слабо расчлененных водосборах, сложенных в большей части из опоковых меловых пород (район около железнодорожной станции Аташево, Мордовской АССР):

K – коренная (мелово-опоковая) порода; ψ – плащ мелкогравелистого грунта; T – теневой склон; C – солнечный склон

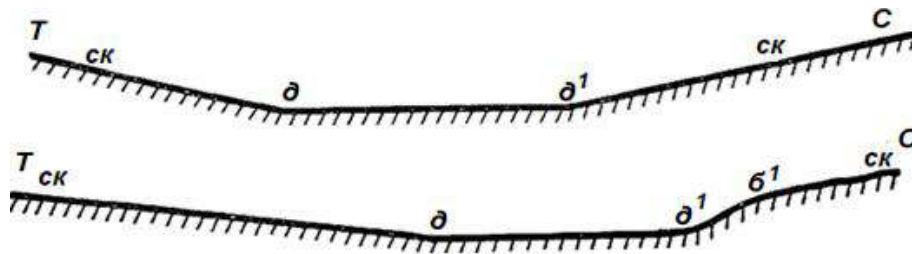


Рис. 97. Поперечные контуры сглаженных (весьма пологих) склонов суходолов в Саранском районе, Молдовской АССР:

$\partial\partial'$ – дно суходола; $ск$ – склоны; $\partial'\partial'$ – более крутой участок основания солнечного берега суходола; C – солнечный склон; T – теневой склон

Склоны верхних звеньев сети (лощин, ложбин) при почти полном отсутствии в них резко выступающих берегов, имеют в большинстве случаев и в той и в другой части района выпуклые книзу профили.

Описываемый район в западной части характеризуется наличием в нем явных следов третьего цикла послетретичной эрозии, встречающихся здесь в двух формах: в виде донных размывов по дну лощин-суходолов и в виде концевых (иногда ветвистых) крутостенных узких рвов, в большинстве случаев сплошь заросших естественным лесом. В этой части района можно в некоторых местах встретить и характерные для более северных районов третьего цикла эрозии донные отложения глинистого материала, покрывающего собой древнюю почву второго межэрозионного периода.

К специфическим особенностям этой же (западной) части лесостепи необходимо отнести наличие в подножьях более крутых солнечных склонов торфяных кочковатых «вздутый», усиливающих вы-

пуклость существующего шлейфа и связанных с выходом в этих местах грунтовых вод (рис. 98).

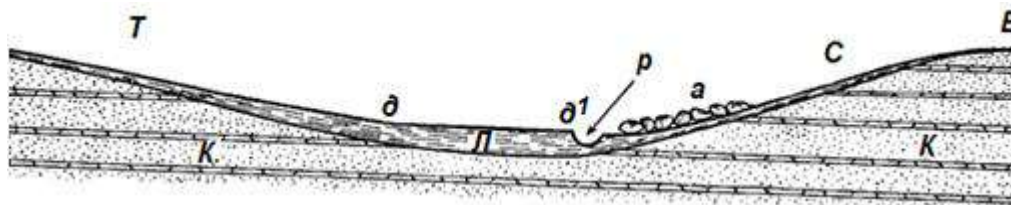


Рис. 98. Поперечный контур суходолов с заболоченным и кочковатым основанием солнечного склона (район с. Рузаевки Мордовской АССР):

d – дно суходола; p – заболоченный водоток (донный размыв); a – отложение торфа и кочковатое подножие солнечного склона; L – покровная (лессовидная) порода; K – коренная порода; T – теневой весьма пологий склон; C – солнечный склон; B – водораздел

Эти же выходы грунтовых вод с солнечной стороны являлись и причиной образования обратной асимметрии в боках дойных русел третьего цикла эрозии, более крутых на теневой стороне (см. рис. 57).

Характерной особенностью восточной части района является широкое развитие щебенчатых почв, в связи с почти полным отсутствием здесь покровной (лессовидной) породы¹; слабое развитие которой объясняется наличием в верхних горизонтах мощной толщи коренных плотных меловых пород (кремнистых опок), являвшихся плохим покровообразующим субстратом. Такие щебенистые почвы встречаются здесь не только на склонах, но также и на водоразделах, где они занимают довольно значительную площадь.

Район северной лесостепи (север Орловской, Тульской и юг Московской областей). Являясь территорией сплошного распространения эрозионных образований третьего цикла эрозии во всех его формах, этот район густо расчленен гидрографической сетью, занимающей до 20-30% общей площади водосборов (см. рис. 33). Южная граница этого района, проходящая примерно по линии Севск – Орел – Мценск – Тула – Венев – Рязань – Саранск совпадает с южной границей сплошного распространения почв типа светло-серых лесных и подзолистых суглинков. Однако граница не совпадает с южной гра-

¹Взамен лёссового покрова мы видим здесь у основания склонов сплошную толщу сероватого мелкого щебня, переслаивающегося буроватыми прослойками, представляющего собой продукт сглаживания откосов первичных размывов.

ницей распространения северных валунов, по отношению к которой указанная граница может находиться и южнее и севернее.

Большая часть гидрографической сети представлена в этом районе лощинами и короткими отвершками, значительная часть которых имеет форму узкодонных сравнительно небольшой глубины (4-5 м) рвов с крутыми (иногда почти отвесными) стенками, сплошь изъеденными впадинами и вымоинами (рис. 34). Такие эрозионные образования представляют результат удлинения и разветвления сети лощин второго цикла эрозии, остатки которой остались сохранившимися лишь в лощино-суходольных и более низких звеньях сети.

В лощино-суходольном звене во многих местах этого района можно наблюдать обратную асимметрию крутизны берегов, образованную в силу отстранения струи к теневому берегу наносом почвогрунта, более интенсивно смывавшимся с противоположного солнечного склона, во вторую стадию третьего послетретичного цикла эрозии (см. рис. 39).

В суходольных звеньях, резко выраженных донных глубоких русел, типичных для правобережья Волги, в данном районе почти не встречается. Здесь больше всего можно видеть развитие аккумулятивных процессов этого третьего цикла в виде отложений суглинистой серовато-желтой породы. На глубине 1-2 м почти под этой породой всюду залегает погребенный слой почв (см. рис. 25), лежащий или на лёссовидной покровной породе (второго цикла) или на послетретичных песках (продуктах второй стадии второго эрозионного цикла).

Что касается долинного звена, то большая часть небольших речных долин указанного района имеет форму, соответствующую первому типу речных долин. Третий цикл эрозии оставил в них свои следы, главным образом, в виде задернованных полукруглых вогнутых подмылов в лёссовидном грунте берега. В некоторых долинах (первого типа) можно встретить вторую пойму, расположенную ниже основной поймы второго цикла эрозии, и отделяющуюся от этой последней резким уступом высотой 1-2 м.

Склоны в большинстве имеют выпуклый профиль. В лощинном звене протяжение их (по линии тока) составляет около 300-400 м, и средний уклон не более 2%; около лощино-суходольного и особенно у суходольного и долинного звеньев длина их становится большей (до 400-600 м), средний уклон увеличивается до 3-4%, причем значительная часть присетевой их части, примыкающей к суходолам, очень часто испещрена неглубокими ложбинами.

Склоны как примыкающие к лощинам, так и к суходольным звеньям, в данном районе покрыты в большинстве случаев почвами типа светло-серых (реже – темно-серых) лесных и подзолистых суглинков, причем на склонах солнечных экспозиций размещаются почвы с более пониженным бонитетом, на противоположных теневых – с более высоким.

Коренными породами обычно бывают песчано-глинистые отложения меловой, юрской и каменноугольной систем, а покровные породы представлены лёссовидными суглинками.

РАЗВИТИЕ ДРЕВНИХ ПОСЛЕТРЕТИЧНЫХ ЭРОЗИОННЫХ ОБРАЗОВАНИЙ

Ведущим фактором в создании рельефа европейской части СССР явились ледниковые и снежные отложения ледниковой эпохи. Они давали ту громадную массу водной энергии, под влиянием которой на этой территории образовывались то грандиозные водосточные углубления в виде глубокой гидрографической сети и падающих к ней склонов, которые мы в настоящее время всюду наблюдаем. Они уничтожали растительный покров на поверхности, что позволяло стекающей воде проявлять свое разрушающее действие.

Тающие воды громадных ледниковых и снежных скоплений, направляясь в пониженные освобожденные от льда и снега участки территории, постепенно образовывали на них первичные протоки, которые, увеличиваясь в размерах, изменяли свою форму, продвигаясь все дальше и дальше от начального базиса эрозии, каким для этой территории служил уровень или Черного (с Азовским) или Каспийского морей.

Если к началу развития послетретичной эрозии на поверхности возможно и существовала какая-либо прежде выработанная гидрографическая сеть, и если может быть некоторые элементы такой сети и являлись первыми направляющими путями стока поверхностных вод ледниковой эпохи, то во всяком случае все такие пониженные участки не играли существенной роли в развитии гидрографической сети послетретичной эпохи. В самом деле падение даже самых верхних слоев третичной системы не имеет никакой согласованности с осью больших водных артерий, не говоря уже о малых, составляющих одно целое с первыми и от них неотделимых, потому что без мелких звеньев не может быть представлено существование больших.

Основные формы рельефа были созданы в период первого цикла эрозии, следы которого в виде характерной песчано-глинистой покровной породы (кирпично-красного, бурого или малинового цвета) сохранились на всех элементах рельефа и притом как в северных (наиболее высоких), так и в южных наиболее пониженных участках водосбора основных рек Днепра, Дона и Волги.

Этим первым послетретичным циклом эрозии была охвачена не только территория, входящая в пределы распространения северного скандинавского ледника, но и территория, расположенная вне этой площади, причем основные эрозионные образования, которые сформировались как на той, так и на другой территории, существенно не отличаются друг от друга ни по внешней форме, ни по строению покровных отложений. Отсюда видно, что формирование рельефа шло под влиянием одного и того же водного массива огромной мощности. Подтверждением этого предположения служит то, что все стволы гидрографической сети как малые (лощины), так и большие (суходолы и долины), имеющие основное направление с юга на север и пересекающие южную границу распространения северных валунов, существенно не меняют внешней формы при переходе из района внескандинавско-ледникового в район распространения северных валунов и обратно. В обоих случаях изменение формы отдельных звеньев проходило по обычному (описанному нами выше) порядку перехода звена с малой водосборной площадью в звено с большим водосбором.

Учитывая то обстоятельство, что на описываемой нами территории значительная часть гидрографической сети водосбора двух рек Оки и Волги расположена во внеледниковом районе и многие основные базисы эрозии этой же сети – находятся в районах, занятых, скандинавским ледником, можно сделать заключение, что развитие гидрографической сети в пределах внеледниковых районов могло начаться лишь после освобождения от скандинавского ледника тех частей территорий, где находились основные базисы эрозии.

С другой стороны, создание в окончательном виде профиля водоотводящего звена в месте нахождения базиса эрозии могло наступить лишь после того, как гидрографическая сеть своими конечными разветвлениями охватит весь свой водосбор, как бывший ранее под северным ледником, так и свободный от него и только в таком случае поперечный профиль водоотводящего звена мог отразить в себе всю сумму гидрологических переменных (массы стекающих вод, скорости

их течения, состава коренного грунта), воздействующих на создание его поперечного профиля в соответствующем пункте¹.

Процесс формирования сети и склонов шел в такой последовательности: начиная от небольших размывов в виде концевых промоин, он переходил в стадию лощины, затем лощино-суходола, суходола и, наконец, долины. Долина, в свою очередь, принимала тот или иной тип в зависимости от состава коренного грунта ею прорезываемого, размера водного потока, воспринимавшегося данным сечением, и от уклона дна протока.

Одновременно с выработкой первичных протоков шло и формирование прилегающих склонов. Оба эти процесса заканчивались тогда, когда конечные разветвления гидрографической сети сокращали свою водосборную площадь до такого минимального размера, когда стекавшая в нее вода уже не в состоянии была произвести дальнейший размыв, дальнейшее расчленение поверхности на сеть вторичных протоков.

Последовавший затем процесс отложения покровной породы, проходил после сформирования всего контура сети и склонов в коренной породе. Возможно даже, что между этими двумя процессами был некоторый перерыв, на что указывает наличие резкого перехода между покровной породой и слоем обломочного и крупнозернистого материала, лежащего на коренной породе и, наконец, в некоторых пунктах под слоем покровной породы первого цикла эрозии мы находили и следы гумусового горизонта.

Характерной особенностью покровной породы первого цикла является ее оригинальная окраска (кирпично-красная, бурая, малиновая), резко отличная от желтой окраски покровных пород второго цикла, что, по-видимому, стояло в связи с какими-то специфическими климатическими условиями, имевшими место в период формирования этой породы первого цикла эрозии, обуславливавшими особый ход течения элювиальных процессов, которые давали материал для отложения покровной породы указанного типа.

Кроме оригинальной окраски, эта порода имеет почти всюду и оригинальные, свойственные ей конкреции извести (журавчики), также свидетельствующие о каком-то определенном ходе геохимических процессов, протекавших в этот период в толще покровной породы.

¹Наподобие того, как поперечный профиль искусственного водоотводного канала в его низовье отвечает расходу воды, поступаемой со всех ответвлений вплоть до самых конечных.

Наблюдавшиеся нами разрезы покровных отложений первого цикла эрозии¹ показывают, что в процессе их формирования имел место по крайней мере один перерыв², во время которого поверхность покровной породы первого цикла эрозии заселялась на довольно продолжительное время растительностью, создавшей почву. Затем растительность исчезала, а на обнаженной от нее поверхности снова начинала намываться покровная порода.

Следов почвы, сохранившейся на покровной породе первого цикла эрозии и прикрытой сверху покровной породой второго цикла, нам нигде не приходилось встречать. Обычно покровную породу первого цикла мы находили лишь непосредственно залегающей (в большинстве случаев неравномерно) под слоем желтой (лессовой или лёссовидной) покровной породы второго цикла эрозии. Видимо, если почва и существовала на покровной породе первого цикла эрозии, то во всяком случае при начавшемся затем втором цикле послетретичной эрозии она была полностью уничтожена и не сохранилась даже там, где осталась нетронутой значительная часть покровной породы первого цикла.

Второй цикл эрозии, последовавший за первым, в основном проходил по путям стока, выработанным в период первого цикла. Интенсивность его была различна в различных местностях. В северных районах лесостепи она была наибольшей, доказательством чего является почти полное отсутствие здесь следов покровной породы первого цикла эрозии. Существующая всюду в этих районах покровная порода второго цикла (в виде темно- и светло-желтого лёсса или лёссовидного суглинка) залегает или непосредственно на коренном грунте или на промежуточном щебенистом слое, являющимся продуктом размыва того же второго цикла эрозии.

В южных районах второй цикл эрозии проходил гораздо слабее и потому здесь очень часто мы встречаем сохранившиеся на дне сети или на склоне мощные отложения покровной породы первого цикла, неравномерно прикрываемой толщей желтого лёсса. Такой характер залегания лёсса указывает на то, что эрозионные процессы второго цикла (размыв и срезывание откосов размывов) не всегда были в состоянии даже и по дну лоцин удалить полностью легко размываемую покровную породу первого цикла эрозии. Следует при этом отметить,

¹Особенно интересные в районе среднего течения Волги близ г. Сенгиля (например, на территории селения Бехтяжка).

²В некоторых пунктах имелись следы существования двух перерывов.

что и в этих южных районах интенсивность первых двух стадий второго цикла (размыва и срезывания откосов) была неодинаковой в различных местах. По сохранности покровных отложений первого цикла эрозии можно предполагать, что интенсивность второго цикла эрозии уменьшалась с востока на запад, снижаясь в каждом отдельном отрезке зоны с севера на юг.

Третья стадия второго цикла эрозии – отложение покровной породы (желтого лёсса или лёссовидного суглинка) проходила повсеместно, но не непрерывно, а с определенными остановками. В период таких остановок на поверхности расселялась растительность и образовывался (той или иной толщины) почвенный гумусовый слой, погребавшийся затем новыми отложениями покровной породы. В некоторых районах (особенно на Украине) таких остановок было около трех.

В отношении покровных отложений второго цикла с большей определенностью можно сказать, что этот процесс начинался лишь после завершения двух первых стадий (сформирования первичной гидрографической сети и склонов), в некоторых случаях даже после определенного промежутка времени, в продолжение которого на поверхности коренных пород или на щебенистом слое, мог сформироваться некоторый слой почвы, замеченный нами на многих естественных разрезах и в эродированных районах по правобережью среднего течения Дона и Волги.

В связи с этим возникает вопрос о генезисе образования покровных отложений, представляющий большой теоретический и практический интерес.

Довольно долго существовавшая в науке эоловая гипотеза происхождения лёсса (являющегося одним из наиболее распространенных видов покровных отложений), связывающая его происхождение с воздействием особых ветров (фенов), приносивших атмосферную пыль с определенной зоны выдувания, расположенной близ границы североскандинавского ледника, не может быть принята. Этой эоловой гипотезе противоречат, с одной стороны, наблюдаемая всюду зависимость распределения покровного плаща различной мощности от экспозиции и глубины расчленения территории, с другой стороны, а это главное, зависимость развития покровной породы от коренной. Согласно эоловой гипотезе, лёссовый покров должен был распределяться на определенной территории более или менее равномерно, а главное, вне зависимости от состава коренной породы дан-

ной местности. С точки зрения этой гипотезы можно было бы до некоторой степени зависимость мощности лёсса от глубины расчленения территории объяснить последующим воздействием водного фактора – в форме переноса водой отложенных ветром частиц по склону. Однако этому допущению противоречит наблюдаемая всюду зависимость мощности покровной породы от определенной экспозиции, а главное, зависимость этой мощности (а кроме того, и ее состава) от коренной породы того склона, на котором она залегает.

Довольно заманчивой являлась бы здесь мысль интерпретировать эоловую теорию, приняв лишь местное влияние ветров на формирование покровных отложений, наподобие того, как это происходит при отложении снежного покрова по территории с глубоко расчлененным рельефом. Как показывают наблюдения¹, при существующем почти всюду каком-нибудь одном господствующем направлении верхних метелей отложение снежного покрова на глубоко расчлененной территории удивительно напоминает отложение покровной породы по склонам различной экспозиции. Так, например, для центральной лесостепной и степной зон при господствующих здесь юго-восточных и близких к ним снежных метелях, склоны юго-восточные, южные и восточные имеют даже в самые снежные зимы меньший снежный покров, чем склоны противоположных экспозиций. При таком господствующем направлении метелей распределение снежного покрова проходит по следующему типу. Берега наветренных экспозиций (юго-восточных, южных и восточных) и основания прилегающих склонов бывают сплошь почти лишены снежного покрова. По направлению к водоразделу снежный покров постепенно увеличивается, а перевалив через него на заветренные склоны, это увеличение усиливается, достигая максимума в подножье склона и по берегам северо-западных, северных и западных экспозиций. Следует отметить, что это различие усиливается с углублением рельефа. Так, в суходольных звеньях оно резче, чем в лощинах.

Следовательно, распределение снежного покрова идет почти по такому же типу, как и распределение покровной породы, за исключением лишь наиболее высоких водоразделов, где снежный покров все же скопляется в большом количестве, тогда как покровная порода здесь сходит почти на нет. Кроме того, в долинном звене первого типа с чередующимися подмывными крутыми и пологими намывными берегами распределение покровной породы зависит от крутизны бе-

¹А. С. Козменко. Режим снежного покрова в Центральной лесостепи, журн. «Гидротехника и мелиорация» № 12, 1952 г.

регов (на крутых берегах покровной породы почти не бывает, на пологих она отложена в большом количестве), тогда как снежный покров не показывает такого соотношения, подчиняясь исключительно направлению господствующих метелей.

Характерно при этом, что и слабое развитие покровной породы в местностях с трудно выветриваемыми коренными породами как будто может быть сопоставлено с недостатком в таких местах легко переносимых ветрами элювиальных продуктов, образующихся на склонах, сложенных из твердых каменистых пород.

Приняв положение, что покровная порода могла образоваться за счет переноса местными ветрами выветрившегося материала коренных пород со склонов наветренных на склоны заветренные, мы должны этим самым признать наличие, в период после окончания формирования первичной сети и склонов, господствующих ветров одного и того же направления в течение довольно долгого периода; так, например, для центральной лесостепи и прилегающей степи такие ветры должны были бы иметь примерно южное или близкое к нему направление. Кроме того, эти ветры должны бы быть всюду сухими и понижать вместе с тем свою скорость на пологих склонах долин.

Для местностей же засушливого правобережья нижнего течения Волги (Камышин – Сталинград), где суходолы имеют крутые берега северо-западных и западных экспозиций, а пологие (покрытые лёссом) берега и склоны юго-восточной и восточной экспозиций – ветрами, выдувающими мельчайшие продукты коренных пород, должны быть ветры северо-западных и западных направлений¹. Для района правобережья Дона, расположенного недалеко от этого места (станция Клетская – Калач), должны были быть ветры южные и юго-восточные, так как здесь крутыми, лишенными лёсса берегами являются берега южных и юго-восточных экспозиций. Из данного примера можно видеть, что, несмотря на простоту объяснения происхождения покровной породы гипотезой местных ветров, все же этой гипотезе противоречит ряд наблюдаемых фактов. К таким фактам необходимо отнести:

отсутствие каких-либо следов деятельности ветра в виде барханов, всхолмлений и т. п. образований на оголенных от покровной породы участках склона и на водоразделах, сложенных из чистых песков или из песков с прослойками песчаников; такие породы встречаются довольно часто на водоразделах в степной части европейской части СССР;

¹Характерно, что для этого района господствующими верхними метелями бывают тоже ветры западного направления.

залегание покровной породы преимущественно на дне коротких крутодонных отвершков, рассекающих твердые каменистые и меловые породы; при ветровом переносе они должны были бы отлагаться и на заветренном склоне;

отсутствие покровной породы на водораздельных буграх; при переносе ветра они должны были быть покрыты покровной породой мощностью, равной средней величине между мощностью на ветродарном и заветренном склонах, что наблюдается при отложении снега в глубоко расчлененных районах;

наличие покровной породы на пологих склонах (безразлично какой экспозиции) речных долин первого типа с попеременно чередующимися пологими и крутыми берегами; по ветровой гипотезе покровная порода должна была бы занимать лишь склоны заветренных экспозиций;

отсутствие покровных отложений при гористом типе расчленения водосбора на верхних частях крутых заветренных склонов, сложенных из песков (с прослойками песчаников) или из меловых пород, и сгруженность этих же покровных отложений (в виде шлейфа), лишь в подножье склонов; при ветровом происхождении покровной породы последняя должна обязательно залегать на всех заветренных склонах и притом не только на нижней, но и на верхней его части.

Из всего сказанного следует, что ветровой фактор, не может быть приемлем для объяснения процесса образования покровной породы. В ее формировании могла участвовать лишь стекающая вода и притом, главным образом, в виде мелких струек. Мелкие струйки, стекая со склонов в гидрографическую сеть, сносили мельчайшие частицы выветрившегося коренного грунта первичных склонов и отлагали их по дну сети, по берегам и подножью склонов, постепенно увеличивая свою мощность от верхних частей склона к нижним.

Материалом для формирования покровной породы служили выветрившиеся продукты коренной породы, образовавшиеся на участке склона, расположенном выше места отложения покровной породы¹.

¹А. С. Берг в работе «Климат и жизнь» (1947) признавая местное (не ветровое) происхождение лёсса и других лёссоподобных пород, в то же время требует для этого процесса предварительного нахождения на водоразделах и склонах «материнской породы лёсса», которая, по мнению автора, могла быть принесена на эти водоразделы (!) разливом больших многоводных рек послетретичной эпохи. Но, как уже указывалось, на высоких водоразделах, а также и на крутых склонах на поверхность непосредственно обнажается коренная порода, в нижних частях склона прикрываемая покровной (лёссовой или лёссовидной) породой и никаких специальных промежуточных «материнских пород лёсса» здесь не наблюдается. Не наблюдается и указываемых этим автором закономерностей в распределении глинистого и песчаного материала лёсса в зависимости от близости к речной долине; распределение лёссового материала зависит исключительно от крутизны, экспозиции и состава коренных пород склона.

Чем податливее была коренная порода выветриванию, тем в большем количестве, при прочих равных условиях, отлагалась покровная порода на данном склоне и по гидрографической сети, подчиняясь одновременно и второму фактору ее формирования – уклону, увеличение которого снижало мощность покровной породы.

В силу однообразного и мелкозернистого характера покровной породы и отсутствия в ней больших прослоек крупного песка и щебня (они встречаются в ней лишь местами в глубоко расчлененных районах) можно с некоторой долей вероятности предполагать, что эта порода создавалась при условиях таяния периодически выпадавших на обнаженную поверхность снежных осадков. Талые воды, стекая мелкими струйками, постепенно сносили с верхних частей склона на нижние мелкие выветрившиеся частицы коренного грунта. Необходимо также допустить, что такой процесс переноса мелких частиц коренной породы должен был происходить при низкой температуре, при отсутствии на поверхности сплошного растительного покрова.

После наступления более теплого периода растительность начала развиваться, охватывая местами всю поверхность склона. При наличии сплошной растительности процесс отложения покровной породы прекращался и наступала некоторая остановка, длившаяся иногда довольно продолжительное время, в течение которого на поверхности мог развиваться слой почвы той или иной величины.

Наступавшее затем вновь похолодание и выпадение снежных осадков вызывали гибель растительности и возобновление процесса отложения покровной породы, погребавшей под собой ранее сформировавшуюся на поверхности почву. Следует заметить, что далеко не везде и не на всех склонах остановка процесса отложения покровной породы вызывала развитие растительности и образование почвы. Часто мы наблюдаем мощные толщи покровной породы без всяких следов погребенной почвы. Это обстоятельство доказывает, что процесс, отложения покровной породы в большинстве случаев проходил непрерывно без длительных остановок или с очень кратковременными остановками, не допускавшими развития на поверхности густого травяного покрова.

При этом характерно равномерное налегание отдельных горизонтов покровного плаща второго цикла эрозии и отсутствие в этом плаще следов резких нарушений в виде каких-либо глубоких вымоин и карманов, заполненных инородным материалом. Все это подтверждает тот факт, что период отложения покровной породы второго

цикла проходил сравнительно спокойно, не сопровождаясь резкими вспышками эрозионного процесса в виде размыва. В редких случаях проявлялся усиленный процесс смыва, вызывавший перенос более крупнозернистого, иногда и щебенистого материала, концентрировавшегося преимущественно по дну сети, где он снова при ослаблении стока перекрывался мелкозернистой покровной породой.

Возможно, что верхние участки склона могли в течение периода отложения покровной породы второго цикла оставаться непокрытыми растительностью и более продолжительное время сохранять той или иной толщины покров снега или льда. Талые воды, отмучивая из коренной породы мельчайшие частицы выветрившегося грунта, отлагали их тогда на нижележащих частях склона. На это указывает приуроченность погребенных почв, главным образом, к нижним частям склона и дну сети и редкое развитие таких почв на наиболее высоких приводораздельных частях склона.

Так или иначе, процесс отложения покровной породы второго цикла должен был в конце концов прекратиться и поверхность после этого должна была покрыться растительностью¹, которая полностью и закрепляла контуры поверхности. После этого наступил второй (межэрозионный), более длительный период полного эрозионного затишья, за которым снова возникла уже последняя в послетретичную эпоху эрозионная вспышка, представленная третьим циклом эрозии. Для возникновения и развития такого эрозионного цикла необходимой предпосылкой должно было быть полное, или почти полное, исчезновение на поверхности травяной и лесной растительности, что могло произойти лишь при резком похолодании климата.

Наступление третьего цикла эрозии шло довольно быстро. Оно имело, по-видимому, даже катастрофический характер, доказательством чего может служить наличие в северной зоне распространения третьего цикла эрозии под слоем донных наносов, погребенной почвы с торчащими из нее стволами дубов, не успевших даже полностью разложиться до момента покрытия их глинистыми (иногда и песчаными) покровными донными отложениями.

Причиной эрозии тогда возможно являлись больших размеров снегопады, тающие воды которых стремительно направлялись по

¹По составу сохранившихся в погребенных черноземовидных почвах на дне ложин остатков растительности (дубы), встречающихся даже в самых северных участках распространения покровной породы этого цикла (северная лесостепь), можно предположить, что после окончания отложения покровной породы второго цикла и покрытия ее растительностью, существовал теплый климат.

оголенной (свободной от растительности) поверхности в гидрографическую сеть (лощины, суходолы и долины). Стекающие воды смывали на пути создавшуюся в предшествовавший второй межэрозионный период почву и размывали покровную породу по дну и берегам сети, образуя в концевых частях сети свежие ветвистые отроги и отвершки.

В местах усиленного развития размывов вынесенная из концевых рвов почва и покровная порода отлагались в нижележащих (преимущественно суходольных и долинных) звеньях¹, погребая под собой существовавшую здесь по дну почву, сформировавшуюся в предшествующий второй межэрозионный период.

Насколько быстро возникал и развивался этот третий эрозионный цикл, настолько быстро он и закончился, ограничиваясь, главным образом, лишь первой стадией цикла – размывом, – при ничтожном развитии второй его стадии (срезывания и сглаживания откосов размыва). Третья стадия – намыв покровных отложений по склонам – почти отсутствовал. Стадия третьего цикла эрозии проявилась лишь в осаждении по дну суходолов и долин продуктов размывов из верхних звеньев сети и то лишь в районах, наиболее полно охваченных этим циклом.

Несмотря на относительную кратковременность третьего цикла территория, охваченная им, была довольно обширна, так как следы этого цикла мы встречаем от северной границы описываемого нами района и почти вплоть до устьев Дона и Волги.

Главным образом, третий цикл развивался преимущественно в северных областях, откуда он быстро уменьшался к югу. Здесь он носил местный характер и приурочивался к наиболее глубоко расчлененным районам, где и развивался, главным образом, по дну сети и реке по берегам (как это наблюдается по правобережью Волги, у Сталинграда, на Днепре у Запорожья и на Дону, в среднем его течении).

В районах наибольшего развития третий цикл эрозии проявлялся преимущественно в виде размыва, в силу которого здесь создавалась густая сеть ветвистых и круто-стенных рвов и промоин. Смыв имел место больше всего на крутых склонах солнечных экспозиций, с которых удалялась (с поверхности) не только существовавшая на ней почва второго эрозионного периода, но нередко и подстилающая ее

¹На правобережье Волги с этим размывом гидрографической сети, видимо, связано было и скопление значительной части отложений хвалынской глины в устье больших суходолов, в местах покрытия их трансгрессией Каспийского моря, приуроченной к этому периоду.

покровная (лёссовидная) порода. Этим именно могут быть объяснены некоторые, кажущиеся на первый взгляд непонятными, явления, упоминавшиеся выше, а именно; наличие почв лесного типа (серых лесных и подзолистых суглинков) на склонах солнечных экспозиций, а почв степного типа (черноземов) – на теневых; наличие в глубоко расчлененных районах почв низких бонитетов (для северных зон – серых лесных земель и подзолистых суглинков), несмотря на присутствие в той же зоне, но в условиях слабо расчлененного рельефа, почв высокого бонитета (деградированных черноземов, темно-серых суглинков); существование больших пятен почв низкого бонитета среди сплошного фона почв высокого бонитета.

Гнездовое развитие эрозионных форм третьего цикла эрозии, приуроченных к глубоко расчлененным участкам водосбора, и отсутствие их на участках со спокойным рельефом, а также связанный с этим явлением своеобразный характер распределения почвы различных типов говорят о том, что многие типы существующих в настоящее время почв являются или реликтами почв второго межэрозионного периода или почвами, созданными на субстрате почв того же межэрозионного периода, измененными процессами смыва, имевшими место в период развития третьего цикла эрозии на наиболее крутых участках территории¹ или почвами второго межэрозионного периода, уцелевшими от третьего цикла эрозии, но измененными в последующий период под влиянием внешних воздействий, возникших с переменой климатических условий (после второго межэрозионного периода)².

¹Изменения эти могли выражаться в полном уничтожении ранее бывшей почвы, в силу чего после третьего цикла эрозии должна была формироваться заново почва непосредственно на покровной породе.

²К таким воздействиям, например, может быть отнесено надвигание лесной растительности на участки, бывшие во второй межэрозионный период под степью.

Часть вторая
СОВРЕМЕННАЯ ЭРОЗИЯ

Третьим циклом послетретичной эрозии завершился на рассматриваемой нами территории период больших эрозионных разрушений, период громадных изменений земной поверхности, придавших ей в конце концов форму, представленную современным рельефом.

Процесс третьего цикла эрозии должен был на своем главном плацдарме развиваться при полном, или почти полном, отсутствии на территории растительного покрова, потому что при наличии его немислим был бы ни размыв, ни смыв. Следует заметить, что с того времени, когда водный поток этого цикла стал ослабевать, растительность постепенно могла вновь появляться на поверхности, охватывая противоэрозионным воздействием все большие и большие площади; поэтому эрозионный процесс мог прекратиться несколько ранее того момента, при котором живая сила стекающей воды должна была сравняться с силой сцепления грунта.

После того как растительность появилась на всей территории, всякого рода эрозионная деятельность воды должна была прекратиться. Одновременно с этим расселявшаяся по поверхности растительность из года в год пополняла своими отмирающими остатками гумусовый слой почвы и лежащий на ней мертвый растительный войлок (особенно в лесу), что не только защищало почву от размыва, но и задерживало поверхностный сток воды, превращая его во внутренний, подземный.

Период полного охвата территории девственной растительностью являлся поэтому не только периодом полного эрозионного затишья, но и периодом минимального поверхностного стока и максимального водопоглощения, накопления подземных вод и питания ими рек и ручьев.

Это было время ничтожных весенних и ливневых половодий, не дававших речным потокам выходить из своего русла, ярким доказательством чего могут служить многочисленные разрезы поймы многих наших рек (Дона, Волги и Днепра), где почти всюду можно обнаружить погребенную почву, лежащую на древних донных пойменных отложениях и прикрытую толщей (иногда довольно мощной до 4 м и более) слоистого грунта, являющегося продуктом уже современных речных отложений в период половодья (рис. 52).

Для районов же с большим развитием карста (как, например, центральной части Среднерусской возвышенности¹ этот период был временем усиленного развития донного карста, временем образования карстовых водопоглощающих воронок по дну лощин и связанного с ним усиленного поглощения поверхностных вод, проникших в глубокие подземные водоносные горизонты, питавшие местные реки.

В местах залегания близ поверхности, в толще коренного грунта, водоупорных глин в этот период шло усиленное торфообразование по дну ложбин и лощин. Оползневые явления, связанные с наличием в берегах тех же глинистых слоев и грунтовых вод, в описываемый период могли иметь место лишь до момента полного покрытия лесной растительностью берегов сети. После этого оползневые явления должны были полностью прекратиться, потому что лесная растительность тогда не только крепко могла скрепить своими корнями поверхность берега, но она также должна была усиленно высасывать подтекающую к берегам грунтовую воду и тем лишать ее возможности создавать скольжение грунта по водоупорной породе.

ПРОЦЕССЫ РАЗМЫВА

С началом вырубki лесов и распашки поверхности неминуемо должна была усиливаться интенсивность стока поверхностных вод. Все, что до того задерживало сток: мощная лесная подстилка, густые стебли кустарниковой и травяной растительности, густая крона деревьев, принимающая на себя большое количество атмосферных осадков, сплошь водопроницаемая лесная и девственная степная почва, – все это постепенно уничтожалось, заставляя поверхностные воды более стремительно покидать вырубленную и распаханную площадь и стекать в пониженные места, в пределы гидрографической сети, где они, концентрируясь в большие потоки, легко могли производить размыв грунта.

Чем больше уничтожалась девственная растительность и чем больше распахиwалась поверхность, тем больше повышалась интенсивность стока и связанная с ним размывающая сила воды.

Увеличение же размера и интенсивности водных потоков, подходящих к сети и по ней протекающих, должно было неминуемо отразиться на состоянии отдельных элементов гидрографической сети, ее дна и берегов.

¹Этот карстовый район занимает восточную часть Орловской области, южную (часть) Тульской, юго-западную часть Рязанской и западную часть Тамбовской областей.

Освоение человеком территории шло постепенно, сначала распахивались только наиболее удобные для этого площади (преимущественно более пологие склоны); такие же участки, как, например, крутые склоны, крутые берега гидрографической сети, долгое время оставались нетронутыми, а многие из них остаются в прежнем положении и по настоящее время. Отсюда видно, что современный размыв, какие бы ни были для него подходящие условия, не мог достигать размеров, превышающих размер гидрографической сети, сформированной в послетретичную эпоху.

Следует принять во внимание, что развитие эрозионных процессов в послетретичную эпоху происходило под влиянием мощного водного потока, сейчас уже не имеющего места и развивавшегося, кроме того, при полном или почти полном отсутствии на всем водосборе растительного покрова. Отсюда ясно, что характер современного эрозионного процесса (не говоря уже о его силе) и связанные с ними образования должны быть резко различны от эрозионных образований, вызванных послетретичной эрозией. Так, почти везде современные эрозионные образования как в виде донных, так и в виде береговых размывов резко выделяются на общем контуре задернованных, часто облесенных и покрытых почвой древних эрозионных образований (лощин, суходолов, долин), своим меньшим размером и более резкими контурами стенок размывов, лишенных обычно растительности и почвы на откосах.

Развитие современной эрозии происходило неодинаково в различных частях гидрографической сети. Прежде всего эрозия должна была проявить свое действие по дну гидрографической сети, где концентрируется вода, стекающая со всего вышележащего водосбора и где всякое изменение в условиях стока на каком-либо участке этого водосбора неминуемо должно было сказаться на интенсивности потока, протекающего по этому стволу. Что же касается берегов сети, то те же самые изменения стока на водосборе могли отразиться на интенсивности стока воды по берегу далеко не во всех случаях и в значительно меньшей степени, чем по дну сети.

На рисунке 99 видно, что в одном и том же пункте А гидрографической сети интенсивность стока вод по дну должна усилиться при вырубке леса на каждом участке облесенного водосбора АБВГД, потому что вода, стекающая со всех его участков, обязательно должна проходить по дну сети в пункте А.

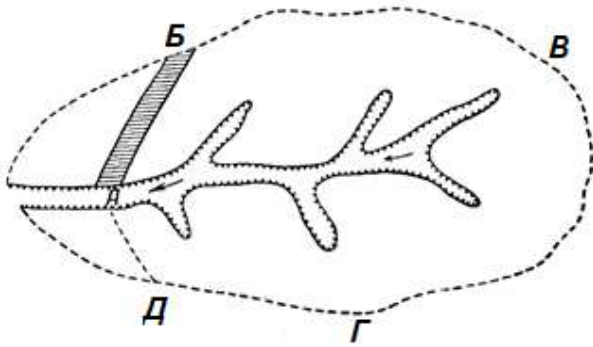


Рис. 99. Соотношение водосборных площадей при донном и береговом размывах:

АБ – (заштрихованная площадь) – водосбор береговой промоины, расположенной в правом берегу гидрографической сети в пункте *А*; *АБВГД* – водосбор донного размыва (водотока), находящегося в том же пункте *А* гидрографической сети, где расположен и береговой размыв

Между тем, как изменение стока вод по какому-либо одному берегу сети в том же пункте *А*, например, по правому, будет иметь место лишь в том случае, когда будет вырубаться лес где-либо на склоне, в пределах заштрихованного участка *АБ*; вырубка леса на другом участке водосбора *АБВГД* совершенно не скажется на условиях стока по правому берегу в пункте *А*.

Но при вырубке леса на склоне, примыкающем к правому берегу, усиление на нем интенсивности стока на определенной единице длины берега будет в несколько раз мень-

шим, чем на такую же единицу поперечного сечения дна в том же пункте ложины, потому что усилившийся сток от вырубки леса на площади *АБ* распределится в данном случае по прилегающему берегу на значительно большей площади и каждой отдельной единице его протяжения будет соответствовать лишь небольшая часть общего повышенного стока, тогда как дно в том же пункте должно будет воспринять полностью всю повысившуюся в связи с вырубкой леса энергию стока.

Размер массы стекающей воды по дну сети с переходом от верхних звеньев к нижним (ввиду увеличения водосборной площади) все более и более должен увеличиваться, сток же воды по берегам мало изменится или увеличится в очень незначительной степени, так как длина склона с переходом от верхнего звена сети к нижнему обычно изменяется незначительно.

Таким образом, в каждом звене сети при сплошь распаханной его водосборной площади по дну сети всегда будет проходить значительно больший поток воды, чем по берегам и, кроме того, чем ниже расположено звено, тем поток в нем будет более мощным, а потому и более опасным в отношении размыва.

Что же касается берегов, то в силу меньшего количества стекающей воды, к ним подходящей, размыв их может произойти лишь при

наличии условий, способствующих более интенсивному развитию стока и размыва, например, при большей высоте и крутизне берегов, при значительном уничтожении на берегах дернового покрова и т. п.

В силу резкой разницы в условиях стока поверхностных вод по дну и берегам сети должны быть различные и условия развития процессов размыва на этих элементах гидрографической сети, поэтому для выявления закономерности в развитии процесса размыва необходимо размывы дна и размывы берегов рассматривать отдельно.

Донный размыв

В зачаточной форме донный размыв можно наблюдать почти везде по дну гидрографической сети в виде небольших неглубоких вымоин различной ширины (рис. 100) имеющих на верхнем (по течению) конце перепад и с углублением, а на нижнем конце обычно небольшой бугорок (нанос) земли, образовавшийся за счет отложения размываемого грунта.

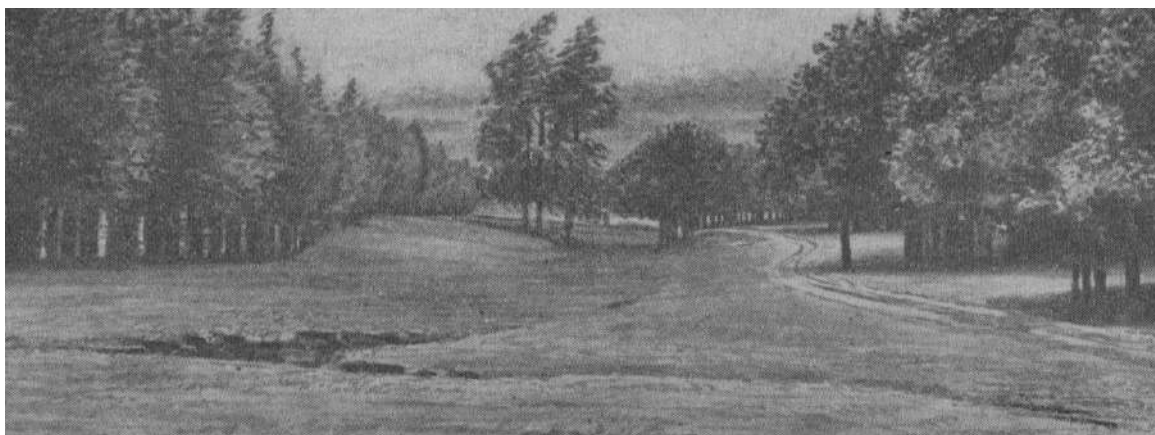


Рис. 100. Зачаточный донный размыв в лощине с облесенными берегами: справа – берег южной экспозиции, покрытой чистым дубовым естественным лесонасаждением; слева – берег северной экспозиции, поросший естественным березовым лесом (водосбор Филиной Зуши, Корсаковского района, Орловской области. Фото А. С. Козменко)

Развитие таких донных вымоин происходит при наличии всякого рода препятствий, встречающихся на пути прохода стекающей воды по дну гидрографической сети, часто для этого достаточно бывает появиться на дне какой-либо небольшой ямке, небольшому возвышению и т. п., преграждающим свободный проход воде.

В лощинах, где по дну растет лес, вымоины часто можно видеть с верхней стороны почти каждого ствола или пня, стоящего на месте прохода водного потока.

Если сток воды по дну сети бывает слабым и притом непостоянным, то вымоина, образовавшаяся от такого рода причин, быстро зарастает и заплывается несомым водой илом; но там, где интенсивность стока поверхностных вод большая, и, кроме того, из года в год мало ослабляющаяся, всякие вымоины дают начало образованию более значительных донных размывов (рис. 101); вымоины в таких случаях все более и более углубляются, расширяются, особенно около верхнего уступа, откуда начинает двигаться вверх по дну лощины размыв, образующий вытянутое углубление в виде «сухого русла»; этому эрозионному образованию Тульская гидрологическая экспедиция дала наименование водотока¹ (этим термином мы и будем в дальнейшем именовать образование, обязанное своим происхождением современному размыву дна гидрографической сети).

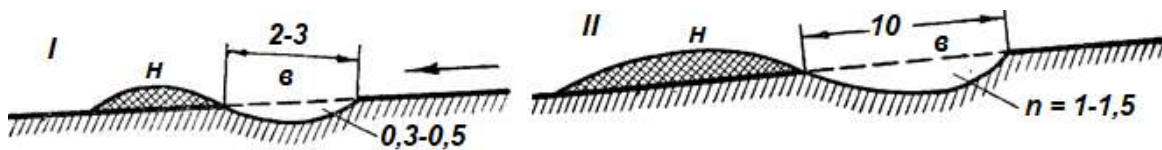


Рис 101. Зачаточные стадии донного размыва:

I – образование небольшой вымоины (*в*) в дне гидрографической сети и бугорка наноса размывтого грунта (*н*); *II* – дальнейшее углубление и удлинение вымоины и образование перепада (уступа) в дне сети (*н*)

Достаточно сильно развитый водоток чаще всего в поперечном разрезе имеет трапециевидную форму (рис. 102, 1, 103, 104 и 105). Такая форма встречается преимущественно в лощинах, имеющих не особенно крутое (около 2%) дно, при достаточно крутых распаханых, прилегающих склонах водосбора (с уклоном в среднем 3-4%), с чем связан обычно довольно интенсивный сток весенних и ливневых вод.

Чаще всего глубина такого водотока бывает 1-3 м, но достигает иногда и большей величины (10 и даже 20 м)²; ширина же колеблется

¹В средней полосе РСФСР такие образования в сельских местностях называют водотечью.

²Глубокие водотоки наблюдаются в лощинах правобережья Днепра, около Канева; встречаются больших размеров водотоки и по правобережью Волги и Дона, но здесь значительная часть их представляет собой удлиненные и расширенные русла, образованные размывающей деятельностью стекающих вод третьего цикла послетретичной эрозии.

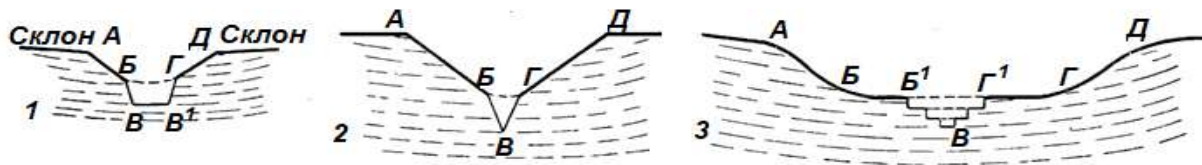


Рис. 102. Схемы поперечных профилей донных размывов (водотоков):
1 – водоток трапециевидный; 2 – водоток треугольный («Киселевский» тип); 3 – водоток многоярусный (в данной схеме – тройной); АБ и ГД – берега сети (лощин, суходолов), БВВ¹Г, БВГ, Б¹ВГ¹ – профили водотоков; БВ¹, Г¹Г – остатки неразмытого дна сети

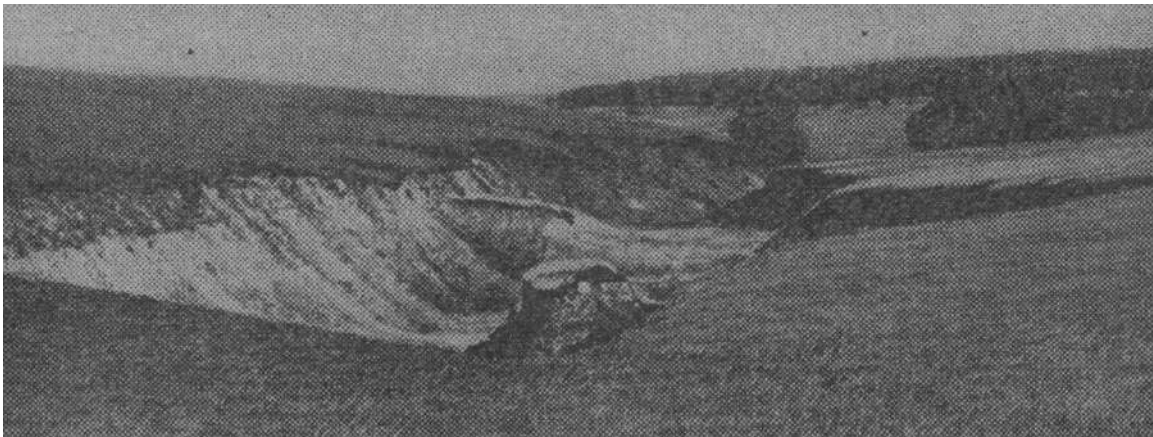


Рис. 103. Донный размыв в форме прямого трапециевидного поперечного профиля (Ефремовский район, Тульская область, с фото Ю. К. Зографа)

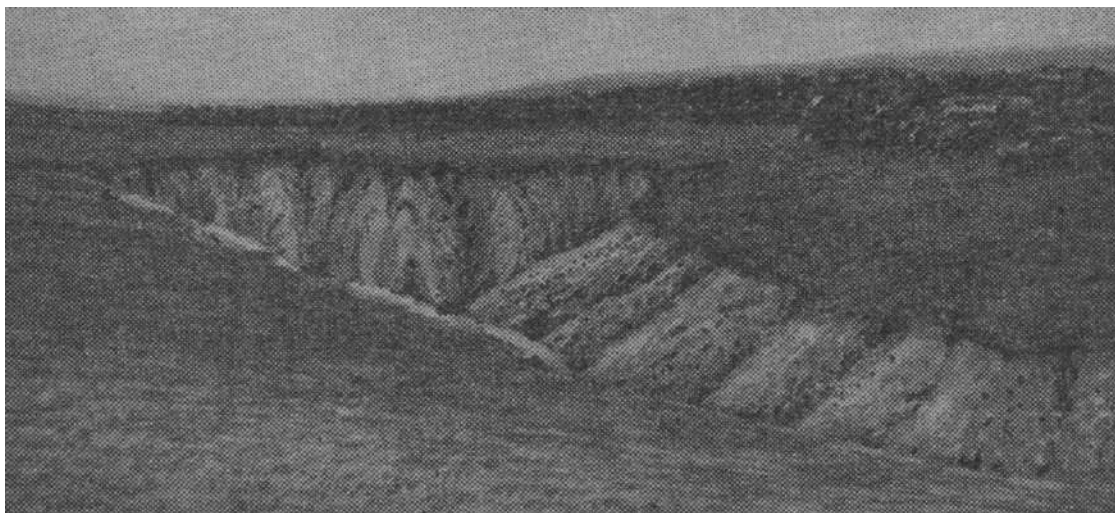


Рис. 104. Донный размыв – прямой водоток трапециевидного профиля (Корсаковский район Орловской области. С фото А. С. Козменко)

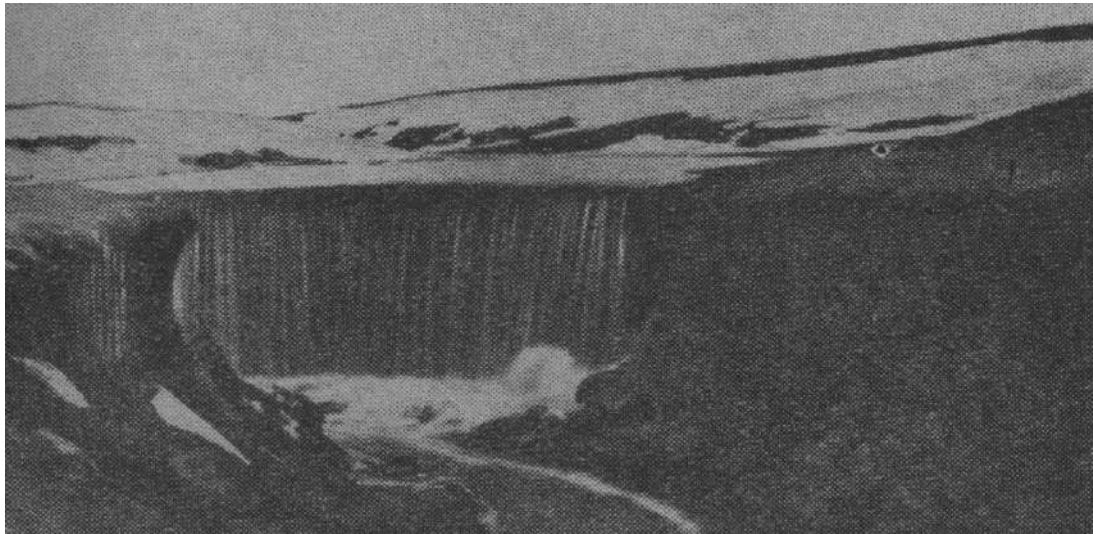


Рис. 105. Донный размыв. Водоток у перепада в полую воду (Корсаковский район, Орловской области. Фото А. С. Козменко)

в значительно больших пределах (от 1 до 15-20 м); в таких случаях донным размывом охватывается не только сплошь все дно лощины, но и часть какого-либо одного или обоих ее берегов.

В коротких, крутодонных (свыше 3-4%) лощинах, впадающих в долину со стороны крутого и высокого берега, водотоки бывают обычно треугольного поперечного профиля; такую форму Тульская гидрологическая экспедиция именовала водотоками киселевского типа, по названию той местности (около с. Киселева, Корсаковского района, Орловской области), где эта форма развита в наиболее характерном виде (см. рис. 102, 2, рис. 106).

В большинстве случаев водоток Киселевского типа занимает все дно лощины, часто охватывая и прилегающий берег солнечной экспозиции.

В местностях, где быстро изменяются условия стока от сужения дна протока какими-либо временными перепрудами, по дну основного водотока появляется вторичный водоток меньших размеров, причем и в этом вторичном водотоке образуется иногда еще и третичный водоток, что в итоге дает оригинальный поперечный профиль «двойного» или «тройного» водотока (рис. 107, 112).

В плане водотоки могут иметь очертания: прямолинейное, ветвистое или извитое (рис. 108).

Водоток прямолинейного очертания является наиболее распространенной формой донного размыва, встречающейся как почти во

всех коротких, так и в длинных лощинах вплоть до лоцино-суходольного звена.



Рис. 106. Донный размыв. Водоток треугольного поперечного профиля (Киселевский тип протоков) (с. Киселево на Руковке, Корсаковского района, Орловской области. С фото А. С. Козменко)



Рис 107. Донный размыв. Тройной водоток (д. Глинище Корсаковского района, Орловской области. Фото А. С. Козменко)

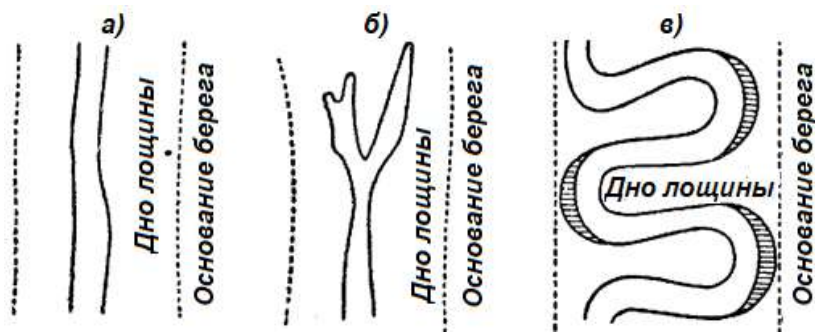


Рис. 108. Различные контуры водотоков в плане (а – прямой; б – ветвистый; в – извитой)

Ветвистый водоток (рис. 109), развивается преимущественно в лощинах с широким дном, в вершинах донного размыва, и притом в тех их местах, где за уступом водотока близко расположены устья боковых лощин, дающих отдельный поток воды, который течет самостоятельно по дну лощины, параллельно главному потоку. В большинстве случаев ветвистый водоток имеет небольшое протяжение. Обычно одна из его ветвей, относящаяся к главному потоку, всегда берет перевес, перехватывая все струи, текущие по дну лощины и превращаясь, таким образом, снова в одиночный водоток.

Извитой водоток (рис. 110, 111) представляет довольно распространенную форму донного размыва, характеризующую определенную стадию развития этого процесса в пределах гидрографической сети.



Рис. 109. Донный размыв. Ветвистый водоток (Чернский район Орловской области. Фото Ю. К. Зографа).

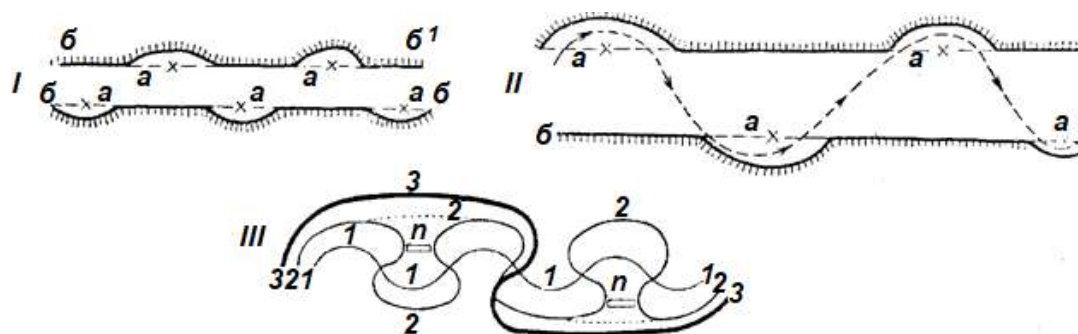


Рис. 110. Схема развития изгибов извитого протока. Стадии усиленного подмыва боков водотока в местах наибольших скоростей поперечного сечения протока:

I – узкого водотока и *II* – широкого водотока; *III* – стадии слияния соседних мелких извилин, дальнейшее усиление подмыва их боков и образование более значительных изгибов; *a* – место подхода струй с большой скоростью; *n* – пункты спрямления соседних дуг



Рис. 111. Извитой водоток (водосбор р. Раковки, притока р Зуши. (Корсаковский район, Орловской области. С фото А. С. Козменко)

Следует отметить, что извитость водотока не является случайным донным эрозионным образованием, связанным с каким-либо препятствием, встретившимся по ходу воды и отклонившим ее течение; изгиб водотока представляет вполне закономерное явление, приуроченное к определенным пунктам гидрографической сети. Наши многочисленные наблюдения показали, что извитой водоток начинает развиваться в большинстве случаев с лоцино-суходольного и особенно резко очерчивается в суходольном звене, с таких участков сети,

где водосбор достигает уже довольно значительной величины; при этом, чем круче водосбор, тем при меньшем водосборе начинается изгиб водотока и, наоборот, чем положе водосбор, тем извитость водотока появляется при больших водосборах.

В водосборах пологих, мало расчлененных гидрографической сетью, при коэффициенте этого расчленения от 1,0 до 1,3, извитой водоток начинается с водосбора около 2000 га. При крутых и более густо расчлененных водосборах, с коэффициентом от 1,3-1,5 и более, извитой водоток появляется уже с водосбора в 800 га (и даже меньше). В облесенных водосборах извитой водоток появляется при значительно больших величинах водосборной площади, чем при водосборах малооблесенных¹.

Явление изгиба русла стоит в связи с турбулентным (винтообразным) движением водного потока, в котором скорости отдельных точек поперечного сечения имеют различную величину. В местах подхода к откосам русла струй с наибольшей скоростью эти откосы начинают усиленно подмываться то с одной, то с другой стороны, образуя полукруглые подмывы (см. рис. 110); последние, увеличиваясь и размерах, превращают прямолинейное русло в извитое. Такой неравномерный подмыв бока водотока может остановиться лишь тогда, когда увеличение длины протока воды уменьшит уклон дна русла и тем самым уменьшит скорость движения потока, а отсюда и размывающую его силу.

Если подобного изгиба не бывает в лощинах, имеющих меньшую водосборную площадь, чем суходол, то это объясняется тем, что здесь в силу меньшего расхода воды в поперечном сечении водного потока не могут образоваться струи со скоростями, могущими преодолеть сопротивление грунта размыву. В таких случаях стенки русла всегда имеют возможность оказать сопротивление подмыву. Изгибы водотока увеличиваются в размерах по мере движения вниз по суходолу, с переходом к пунктам сети с большим водосбором. Сначала изгибы водотока располагаются в пределах дна суходола, при переходе же в более низкие участки сети и при дальнейшем в связи с этим увеличением размеров изгибов последние доходят до берегов. Сначала они подмывают берега у основания, а затем захватывают остальную их часть, выходя иногда за верхний край (см. рис. 110, 111), где образуют почти отвесные высокие и обнаженные подмывы.

¹В тех суходольных звеньях сети, где вышерасположенные лощины имеют по дну водопоглощающие провальные воронки и ямы, извитой водоток начинается при значительно больших размерах водосборов по сравнению с суходолами, не имеющими таких провальных образований.

Так как суходольное звено имеет значительно меньший уклон, чем звено лощины, то среди извитых водотоков очень редко встречаются водотоки уступчатой формы, очень распространенные в прямых водотоках. В суходолах почти никогда не встречаются высокие перепады, представляющие частое явление в прямых водотоках, характерных для лощин с крутым дном, на котором всякая случайная вымоина быстро превращается в высокий перепад, вызывающий развитие вторичного водотока¹.

Факторы развития современного донного размыва

Указанные основные формы современного донного размыва могут увеличиваться в размерах и изменять поперечный и продольный контуры в зависимости от наличия факторов, усиливающих или ослабляющих развитие донного размыва.

Ведущим фактором развития современной эрозии вообще и донного размыва, в частности, являлось нарушение условий стока поверхностных вод, сложившихся к периоду окончания третьего цикла эрозии. Эти нарушения связаны с уничтожением человеком девственной лесной и степной растительности и превращением части территории в распаханное угодье.

На базе уже этих условий ту или иную интенсивность этого процесса создают уже различного рода природные факторы.

Среди этих факторов главную роль играет рельеф (густота и глубина расчленения территории гидрографической сетью, а также крутизна прилегающих к ней склонов).

Где местность глубже расчленена сетью, где склоны круче, там, при прочих равных условиях, донный размыв развивается сильнее, там глубже и шире бывают водотоки и большую площадь занимают они в пределах гидрографической сети.

Так как уклон дна сети почти везде увеличивается от верхних звеньев к нижним, то обычно в связи с этим наблюдается определенная последовательность в развитии донного размыва по отдельным

¹Случай образования высокого перепада в типично извитом водотоке был отмечен нами лишь один раз в одном большом суходоле, впадающем с правой стороны в Днепр около Звоничского порога (близ села Майорки). Образование здесь такого уступа в извитом водотоке связано было, видимо, с каким-то резким изменением условий стока поверхностных вод (вызванным, может быть, быстрым сведением леса по всей вышележащей сети).

звеньям сети. В самых верхних ложбинных звеньях сети донный размыв обычно отсутствует; его не бывает здесь не только в пологих, но иногда и в глубоко расчлененных районах. По мере перехода к ложинному звену донный размыв начинает уже появляться в тех или иных размерах; в районах слабо расчлененных, с крутизной склонов, по превышающих 2-3%, по дну ложин возникают лишь небольшие вымоины (см. рис. 99) или неглубокие прерывистые водотоки, чередующиеся с участками ровного дна (рис. 112). В глубоко расчлененных районах водотоки достигают значительно большей глубины и ширины, заканчиваясь нередко в вершинах высоким перепадом (см. рис. 105). В коротких боковых ложинах, впадающих в долины, водотоки (обычно Киселевского типа) часто тянутся сплошь по всему дну ложины, от устья до вершины (см. рис. 106). Поэтому в глубоко расчлененных районах ложинное и ложино-суходольное звенья являются главнейшим очагом развития донного размыва. Начинаясь с вершины ложины глубоким перепадом, донный размыв по мере движения вниз с переходом к суходольному звену, уменьшаясь в глубине, переходит в стадию извитого водотока, глубина которого по мере движения вниз по суходолу еще более снижается; но вместе с тем в этом же направлении увеличивается высота подмывов берегов в местах подхода к ним извилин водотока.

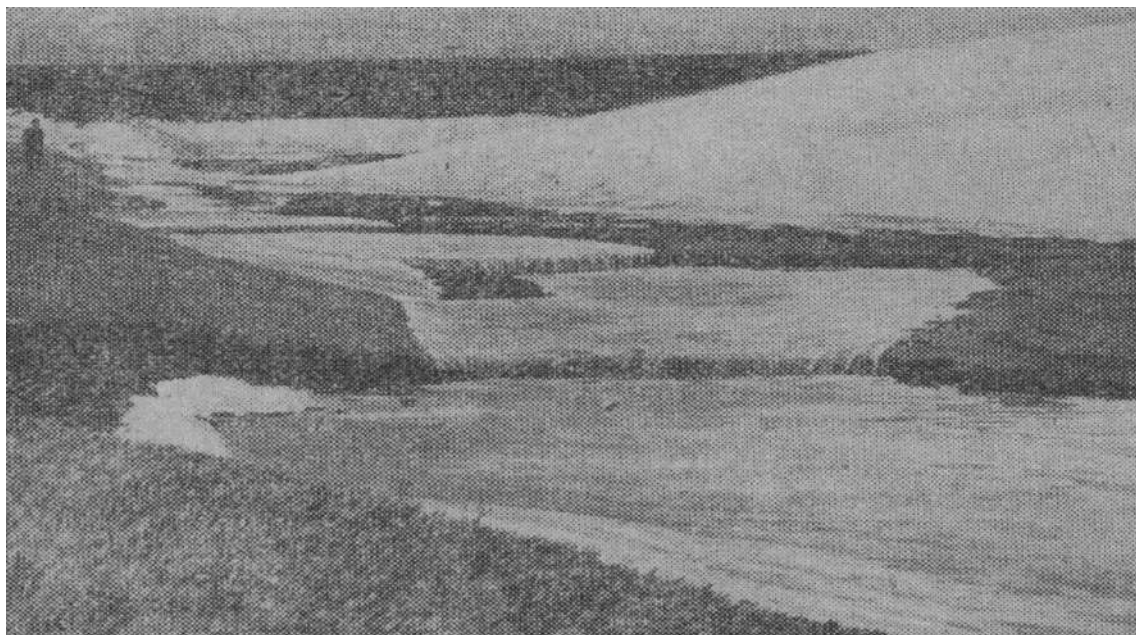


Рис. 112. Ступенчатый (прерывистый) водоток (с. Софийские выселки, Корсаковского района, Орловской области. С фото А. С. Козменко)

Вторым фактором, усиливающим или ослабляющим значение главного природного фактора (глубины расчленения рельефа), является состав грунта, слагающего дно гидрографической сети. Чем порода дна рыхлее, тем интенсивнее, при прочих равных условиях, бывает донный размыв. Поверхностной породой дна гидрографической сети является почти всюду покровная порода (в виде лёсса или лёссовидного суглинка). Мощность покровной породы в основном зависит от состава коренного грунта, слагающего вышележащий водосбор: чем больше в составе коренных пород песчано-глинистых и песчаных пород, тем более мощно развивается плащ покровной породы, а там, где коренные породы состоят из твердых пород, плащ покровной породы бывает развит слабо. Отсюда следует, что в тех районах и участках гидрографической сети, где в свите коренных пород развиты в большей массе песчано-глинистые породы, там и более мощно развита донная (лёссовая или лёссовидная) покровная порода и более интенсивно выражен донный размыв. На тех же участках сети, в водосборе которых коренная порода представлена твердыми породами (меловыми породами, известняками, песчаниками, доломитами, глинистыми сланцами, гранитами) и где плащ покровной породы развит слабо, там слабо развит и донный размыв.

В тех же глубоко расчлененных местностях, где мощный лёссовый донный покров сочетается с подстилающими его рыхлыми песчанистыми породами, там размыв может достигать громадных размеров. Наглядным примером подобного рода условий могут служить участки левобережья среднего течения Дона около селения Верхнего Мамона. Здесь основным грунтом водосбора суходолов является мощная толща послетретичных песков, покрытых таким же мощным слоем лёссового плаща. При таком геологическом строении интенсивным донным размывом охватываются здесь почти все боковые звенья гидрографической сети.

Аналогичный пример можно видеть и на Волге ниже Саратова, на участке между селами Трубиным и Нижней Банновкой, где в суходолах, прорезающих нижние горизонты мощной толщи меловых (сеноманских) песков, сильно развиты глубокие и широкие водотоки. Такой же характер размывов можно наблюдать около Камышина (суходол Беленький) и по правобережью р. Вороны выше г. Кирсанова, где довольно значительное число больших и крутых стволов гидрографической сети, впадающих в долину реки, между селениями Па-

ревкой и Карай-Салтыковым, сплошь прорезано водотоками больших размеров в рыхлых сеноманских зеленовато-серых песках.

Совершенно противоположную картину можно увидеть в Центральном Донбассе, в его наиболее возвышенной, гористой части, где коренными породами являются твердые слои кварцитов, известняков и глинистых сланцев. Эти коренные породы слагают здесь дно гидрографической сети и прилегающего к ней склона. В силу такого состава коренных пород и большой крутизны склонов покровный лёссовый слой имеет здесь ничтожную мощность, вследствие чего, а также при наличии твердых коренных пород, донный размыв не может развиваться в сколько-нибудь заметных размерах, несмотря даже на довольно значительные уклоны дна сети и прилегающих склонов.

Весьма оригинальное в этом отношении явление представляют меловые районы центрально-черноземной области. Наличие здесь мощной толщи мела и характерные условия выработки гидрографической сети, вызвавшие переуглубленность и пологость дна в суходольных, лоцино-суходольных и частью даже лоцинных звеньях, при слабом развитии в дне (при меловой породе) лёссового плаща, залегающего или на мелу или на плотных и мелоподобных опоках, – все это создало условия для слабого развития в этих звеньях донного размыва. Размывы встречаются в этих меловых районах преимущественно лишь в концевых, крутодонных участках лоцин, в местах развития покровных донных отложений, на песчано-глинистых третичных коренных породах.

Повышение интенсивности донного размыва от наличия рыхлого грунта влечет за собой и изменение основного профиля водотока в сторону его углубления в лоцинных и лоцино-суходольных звеньях и расширения – в суходольных звеньях. При песчаной коренной породе в суходоле развивается характерная форма мелкого (0,3-0,5 м), но в то же время весьма широкого (до 20-30 м) извитого водотока, обычно сплошь покрытого по дну наносом песка (такого типа донные размывы особенно хорошо выражены в суходолах у села Верхний Мамон по левобережью среднего течения Дона).

Своеобразный вид принимает донный размыв в местах залегания в дне лоцины мощной толщи торфа. Водоток, образующийся при таком грунте в районах с резко выраженным рельефом, принимает обычно большие размеры в глубину, соответствующие мощности торфа в данном месте; при этом бока водотока делаются совершенно отвесными. Подобного рода водотоки сопровождаются почти всегда обвалами торфа (рис. 113). Их можно очень часто встретить в лоцинах с обильными

выходами грунтовых вод на юрских глинах, вызывающих образование больших торфяных залежей (верховья Оки, выше Орла, верховья рек Труды и Любовши системы Дона, верховья Дона и др.).



Рис. 113. Обвалы торфа в боках водотока, прорезающего заполненное торфом дно лощины (Залегощенский район, Орловской области. Фото Ф. В. Лунгергаузена)

Своеобразное развитие донного размыва проявляется и в тех лощинах, в дне которых лёссовый плащ налегает непосредственно на какие-либо твердые породы (например, известняки, мел, опоки). В подобных случаях, как указывалось, наблюдается резкая асимметрия грунтов в противоположных берегах, выражающаяся в слабом развитии, а иногда и в отсутствии покровного (лёссового) плаща на солнечных берегах (Ю, ЮВ, ЮЗ и З) нижних звеньев сети и в мощном развитии того же плаща на теневых берегах (С, СВ, СЗ и В). Появляющийся при таких условиях по дну размыв обычно бывает как бы притянут ближе к солнечному берегу, оставляя нетронутой той или иной ширины площадку дна около теневого берега (рис. 114). В таких случаях теневой бок водотока оказывается сложенным из покровной

породы (лѣсса), противоположный же солнечный из коренного грунта (известняка и мела). Теневой бок сохраняет большую влажность и при наличии лѣссового грунта легче зарастает травой, которая задерживает развитие размыва. Солнечный бок водотока, являясь более иссушаемым и состоящим из твердого каменистого грунта, оказывается лишенным травяной растительности и становится более податливым выветриванию и подмыву, вследствие чего его откосы делаются крутыми, а иногда даже и отвесными (рис. 115). Подобного рода асимметрия грунтов в противоположных откосах одного и того же водотока бывает настолько резко выражена, что может являться хорошим отличительным признаком донного размыва, особенно же в тех случаях, когда этот размыв имеет форму отвершкового размыва, трудно обычно отличимого от типично берегового¹.

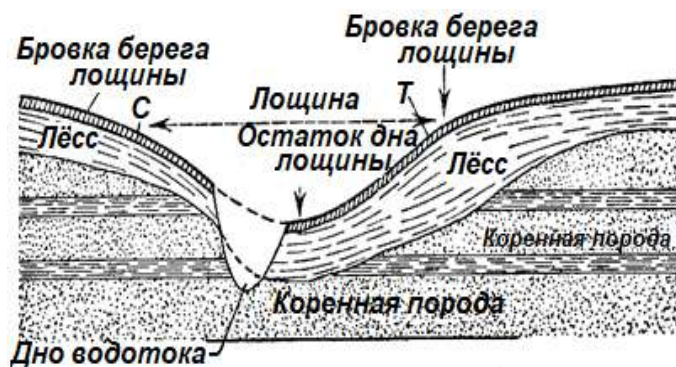


Рис. 114. Глубокий водоток, прислоненный к солнечному берегу лощино-суходола у теневого берега с остатком неразмытого дна (водосбор суходола Кобелевского у станции Клетской Сталинградской области) (Т – теневой берег, С – солнечный берег)

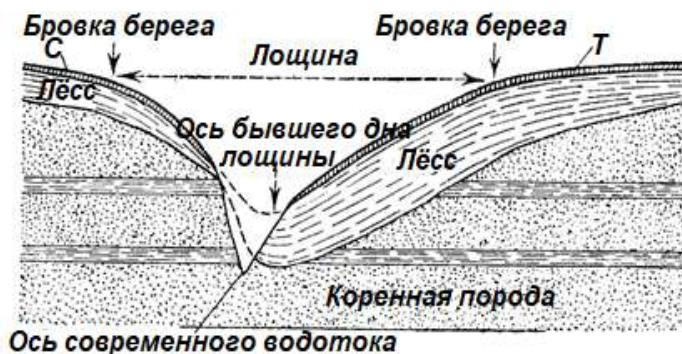


Рис. 115. Глубокий водоток, прислоненный к солнечному берегу лощино-суходола и полностью захвативший все дно лощины (С – солнечный берег; Т – теневой)

Немаловажным фактором развития донного размыва является лесная растительность.

Уничтожение этой растительности и перевод лесной площади в пахотное угодье являлись главными причинами нарушения нормаль-

¹Разграничение берегового и донного размывов имеет больше значение при выработке противоэрозионных мероприятий.

ных условий стока поверхностных вод, существовавших непосредственно после окончания третьего цикла эрозии. Чем в больших размерах шло уничтожение лесного покрова, тем в большей степени должен был усиливаться сток поверхностных вод и размывающая его деятельность. Такое изменение в условиях стока прежде всего должно было отразиться на состоянии дна сети, воспринимающего стекающую воду со всего водосбора и реагирующего поэтому на все изменения стока по водосборной площади.

Повышение интенсивности стока и увеличение живой (размывающей) силы стекающей воды в пределах водосбора не везде, однако, могло отражаться на размыве дна сети. Для образования донных размывов необходимо было, чтобы масса стекающей воды и интенсивность ее стока достигли таких размеров, при которых живая сила стекающей воды могла бы превысить силу сцепления частиц грунта, иначе говоря, силу сопротивления грунта размыву. Это могло произойти лишь в тех случаях, когда уничтожение лесной растительности происходило на фоне глубоко расчлененного рельефа, на фоне крутопадающих склонов, что только и могло создать основные условия для стока вод с большей скоростью. В районах же пологих даже и сплошное уничтожение всего лесного покрова, и перевод всей водосборной площади в пахотное угодье, не всегда могли вызывать повышение интенсивности стока, достаточное для развития предельных скоростей, к возникновению донного размыва. Примером могут служить приводораздельные районы многих верховьев рек: Дона, Цны, Битюга и др. в центральной части РСФСР, где донный размыв отсутствует даже и в таких лощинах, у которых не только распахивается весь водосбор, но и сама гидрографическая сеть.

При резко выраженном рельефе облесение водосбора оказывает большое влияние на снижение донного размыва: и чем больше площадь облесения, тем влияние его бывает сильнее.

Показательным в этом отношении может являться район правобережной полосы Волги между Саратовом и Камышином, отличающийся сильно развитой эрозией во всех ее видах.

Здесь на глубоко расчлененной территории, носящей почти гористый характер, иногда можно встретить несколько рядом расположенных и впадающих в долину Волги глубоких крутодонных лощин. Одна часть этих лощин имеет сплошь облесенный водосбор, другая лишена

совершенно лесной растительности. В то время как в лощинах со сплошь облесенным водосбором совершенно не наблюдается никаких размывов дна (которое здесь в некоторых местах даже распахивается и используется под бахчи, или лесной питомник); в лощинах с необлесенным водосбором можно наблюдать картину огромных эрозионных разрушений в виде глубоких донных и боковых размывов (рис. 116).

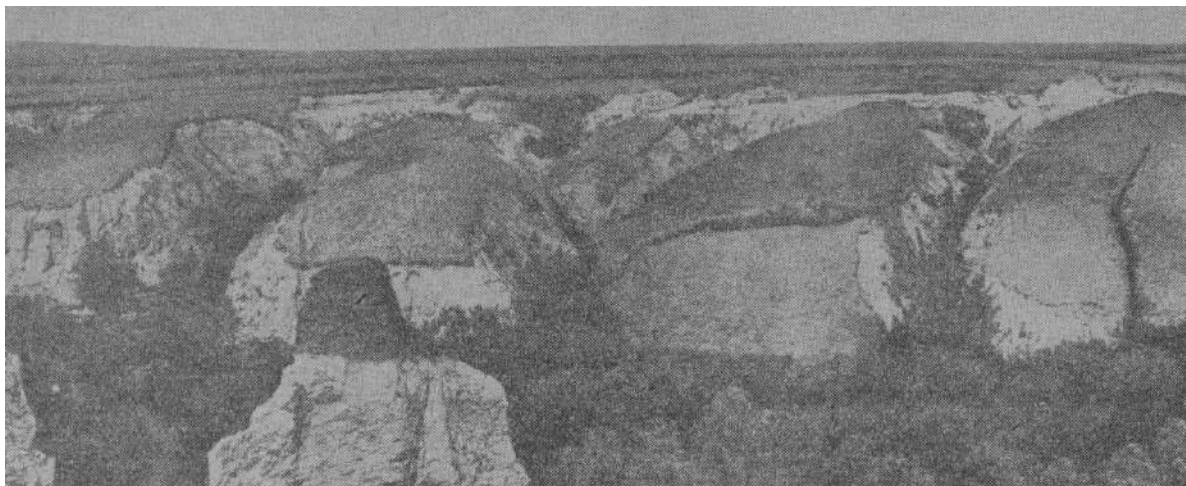


Рис. 116. Картина грандиозных эрозионных разрушений (суходол «Пустобанный» около с. Нижней Банновки на Волге, Золотовского района Саратовской области. Фото С. В. Наумова)

Так как размыв дна зависит от условий стока во всем водосборе, то и ликвидация такого размыва будет зависеть от облесенности всего водосбора, а не только от облесенности каких-либо отдельных частей его, как, например, облесенности площади гидрографической сети, которая может снизить лишь размер донного размыва, но отнюдь не полностью его ликвидировать; для полной же ликвидации необходима полная облесенность всего водосбора, а не только одной его гидрографической сети.

Отсюда будут вполне понятными часто наблюдаемые случаи, когда лощину со сплошь облесенными берегами прорезает глубокий водоток, обнажающий в своих боках даже каменистый грунт. Здесь ни густое облесение берегов, ни каменистый твердый грунт его дна не смогли остановить размыва, развивавшегося лишь в силу того, что вся остальная большая водосборная площадь за пределами гидрографической сети, представленная очень крутыми склонами, оказалась сплошь распаханной и лишенной лесной растительности. Следует от-

метить, что влияние растущего по гидрографической сети леса на ослабление донного размыва сказывается не столько в закреплении корнями грунта боков водотока, сколько в отенении кронами деревьев наиболее иссушаемых и потому наиболее подмываемых солнечных боков водотока. Солнечные бока водотока будучи отенены, дольше сохраняют попадающую на них влагу и тем облегчают расселение по откосу травяной растительности, которая собственно и является основным закрепителем откосов водотоков, предупреждающим дальнейший их подмыв и углубление дна.

К факторам, ослабляющим донный размыв, должно быть отнесено выклинивание грунтовой воды в дне и боках водотока. Грунтовая вода, выходя на поверхность водотока и смачивая ее, способствует обильному развитию на ней густой болотной растительности, которая сплетениями корней и стеблей плотно скрепляет смачиваемый грунт и тем самым препятствует дальнейшему развитию размыва. Вследствие этого в тех местах, где в дне гидрографической сети и по размывам дна выклиниваются грунтовые воды, там почти всегда донный размыв развивается слабо; и чем обильнее бывает выход таких грунтовых вод, тем донный размыв слабее. В том же направлении воздействует и большее увлажнение почвы, наблюдаемое в северных зонах, где создаются такие же условия, как и при наличии грунтовых вод, для быстрого покрытия растительностью всякого появляющегося по гидрографической сети размыва, причем ослабление размыва здесь бывает даже и на участках с глубоко расчлененным рельефом. Примером этого могут служить малолесистые участки района Клинско-Дмитровской гряды, расположенной в 100 км севернее Москвы, где несмотря на резко выраженный рельеф современные растущие размывы в гидрографической сети наблюдаются очень редко. Можно сказать, что между верхними, близкими к поверхности, грунтовыми водами и размывом существует как бы известный антагонизм: там, где залегают близкие грунтовые воды, размыв или совершенно отсутствует или же развивается слабо. С одной стороны это находится в связи со свойством болотной растительности скреплять грунт, а с другой стороны это объясняется тем, что существование обильных грунтовых вод в этой или иной местности, связанных с благоприятным для этого гидрогеологическим строением (наличием слоев водоупорных глин), возможно вообще лишь в местностях пологих, со слабым поверхностным и усилен-

ным внутренним стоком. В глубоко расчлененных районах, при наличии в них крутопадающих склонов, накопление грунтовой воды бывает затруднено, ибо большая часть выпадающих на такие крутые склоны атмосферных осадков быстро стекает с поверхности и не поглощается почво-грунтом. Этим объясняется тот факт, что глубоко расчлененные районы, сильно подверженные размыву, бедны верхними (близкими к поверхности) грунтовыми водами, а районы же пологие, при прочих равных условиях, более богаты.

Если в лощинах с наличием выходов грунтовых вод появляются размывы дна, то обычно они бывают притянуты к берегу, противоположному тому, откуда выклинивается более обильная грунтовая вода (рис. 117).

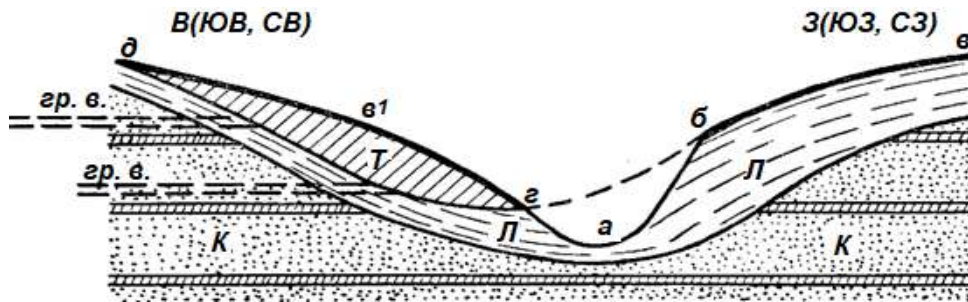


Рис. 117. Асимметрия в размещении донного размыва третьей эрозии и размыва современного, вызванная односторонним отложением в лощине торфа, и таким же выходом грунтовой воды (лощин в верховье Дона и Шата близ станции Узловой, Тульской области):

ббгд – профиль лощины, выработанной в период второго цикла эрозии; *дв'г* – линза торфа по одному берегу (обращенному на восток, северо-восток и юго-восток), вызвавшая сужение протока в лощине и последующее прислонение донного размыва третьей эрозии и размыва современного и противоположному берегу (западной, юго-западной и северо-западной экспозиции); *габ* – профиль донного размыва третьей эрозии; *Л* – покровная порода; *К* – коренная порода (каменноугольные пески и глины); *гр. в.* – грунтовая вода, *Т* – торф

Подобного рода размещение водотоков можно очень часто встретить в районах с выходами на поверхность верхних грунтовых вод, залегающих на мощных толщах нижнекаменноугольных или юрских глин, например в подмосковном угольном бассейне в верховьях водосбора рек Шиворони и Шата (притоков р. Упы), в Тульской области. В этих местностях, богатых водоупорными каменноугольными глинами, в силу обильного выхода грунтовых вод из берегов западной и близкой к

ней экспозиции, на поверхности таких берегов развивается густая болотная растительность (а в некоторых местах и мощный торфяной слой), создающая у основания берега как бы наплыв растительного грунта,двигающегося к оси лощины (см. рис. 117). Вследствие такого наплыва грунта текущая по дну лощины вода должна устремляться больше всего к противоположному берегу, вызывая около него размыв дна лощины и подмыв прилегающего берега, тем самым создавая указанное характерное размещение донного размыва.

Этот тип водотока встречается только в лощинах с небольшой высотой (до 5-6 м) берегов, так как при более высоких берегах появляются уже оползни, нарушающие указанные выше процессы и вызывающие появление иных форм водотоков с оползневыми откосами.

На участках сети с залеганием водоупорных глин плащ донной покровной породы служит обычно как бы подпорной стеной, предупреждающей скольжение земляных масс берега по водоупорной глине; поэтому в тех местах, где размыв прорезает этот плащ, появляются оползни; и чем глубже размыв, тем резче проявляется в таких случаях оползневый процесс.

Образовавшийся оползень, двигаясь своей земляной массой в водоток, суживает свободный проток текущей по нему воды и заставляет стекающую воду углублять дно водотока, усиливая этим еще более процесс оползня, и в то же время вызывая процесс подмыва противоположного оползню бока. В силу всех этих явлений получается характерная асимметричная форма узкого водотока с одним оползневым боком и другим крутым, подмытым (рис. 118, 119).

В районах северочерноземной полосы, где в большинстве случаев оползневые берега обращены склоном на запад (и близкие к нему экспозиции), водотоки в оползневых лощинах обычно притянуты к берегу восточной экспозиции, которые бывают поэтому и более подмыты. В тех случаях, когда оползням подвергаются оба берега, при размыве дна получается форма водотока с двумя оползневыми откосами.

Говоря о влиянии грунтовых вод на развитие донного размыва, следует несколько остановиться на вопросе о влиянии вообще размыва на понижение уровня грунтовых вод. Часто в литературе встречается мнение о вреде, приносимом сельскохозяйственным угодьям «оврагами», понижающими грунтовые воды. Мы уже указывали выше, выше, что между современным размывом и грунтовыми водами су-

ществует как бы известного рода антагонизм: там, где наблюдается наибольший размыв, грунтовые воды или совсем отсутствуют или же бывают малообильны; если же при этом и появляется размыв, то он быстро ликвидируется болотной и травянистой растительностью, буйно развивающейся в местах выклинивания грунтовых вод.



Рис. 118. Оползень берега лощины, вызвавший сужение водотока и подмыв противоположного берега (водосбор р. Раковки близ с. Спасского, Корсаковского района, Орловской области. Фото А. С. Козменко)

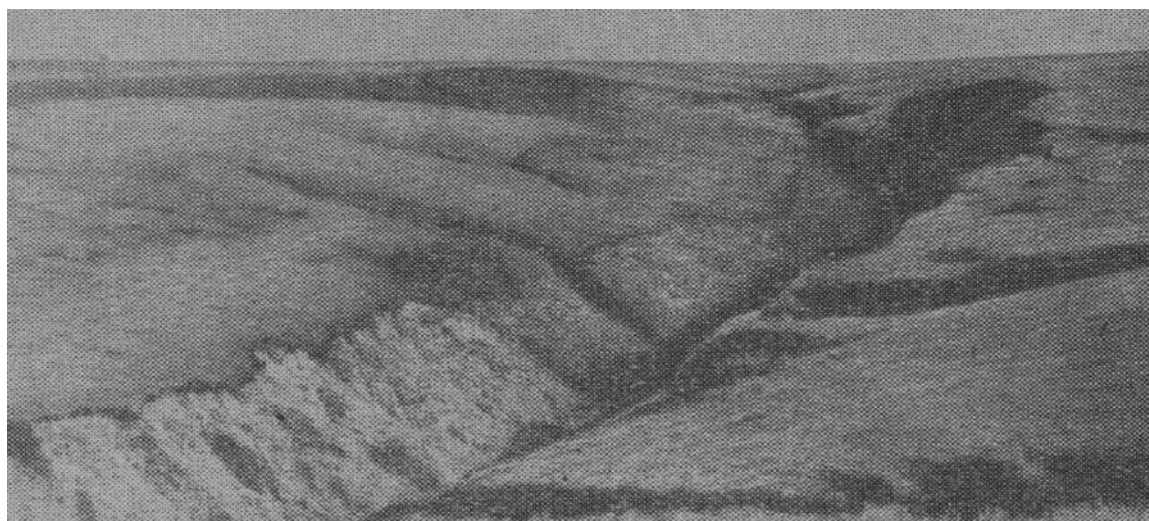


Рис. 119. Оползень бока глубокого водотока, вызвавший углубление и уширение донного размыва (Новосильский район, Орловской области. Фото А. С. Козменко)

Отсюда видно, что в глубоко расчлененной местности не потому нет грунтовых вод, что эта местность сильно размывается, а потому, что

в ней нет вообще условий для накопления обильных грунтовых вод, так как поверхностные воды, за счет которых идет питание грунтовых вод, в большей своей массе стекают в таких районах со склонов и не могут просачиваться в почву¹. Поэтому размыв в таких местностях может лишь в небольшой степени усилить то оскудение грунтовых вод, которое здесь уже предопределено условиями рельефа. Если даже в некоторых местностях с благоприятными для питания грунтовых вод гидрогеологическими условиями (наличием мощных толщ водоупорных глин) и будет иметь место выход на поверхность грунтовых вод, то и в таких случаях появляющийся размыв быстро ликвидируется самими же грунтовыми водами, способствующими развитию растительности. Происходящая здесь некоторая депрессия (понижение) уровня грунтовых вод будет касаться лишь узкого участка, прилегающего ко дну гидрографической сети, и совершенно не отразится на уровне грунтовых вод на пахотных склонах за пределами гидрографической сети, где будет иметь место нормальное их залегание. Кроме того, надо отметить, что в глубоко расчлененных районах грунтовые воды на склонах залегают обычно на уровнях, превышающих дно сети на 10 м и более; поэтому никакое понижение, вызванное размывом дна гидрографической сети (в большинстве случаев не превышающее 2-4 м), не может вообще коснуться уровня вод на склонах.

Существующее представление об отрицательной роли «оврагов» в понижении уровня грунтовых вод получилось исключительно благодаря причислению древней гидрографической сети к современным эрозионным образованиям. Говоря о понижении грунтовых вод «оврагами», к последним относили, несомненно, древнюю гидрографическую сеть, выклинивание грунтовой воды в которой составляет обычное нормальное явление, особенно сильно развитое в местностях с неглубоко расчлененным рельефом, где как раз современных размывов почти и не наблюдается. Связь размыва с обеднением грунтовых вод надо понимать лишь в том смысле, что самый процесс современного размыва есть результат ненормального интенсивного стока поверхностных вод, препятствующего проникновению этих вод вглубь почвогрунта, а отсюда и питанию грунтовых вод; и вот в этом процессе интенсивного стока и необходимо видеть явление, обу-

¹Как показали наблюдения Новосильской опытно-овражной станции, до 90% снеговой воды стекает в таких местах с распаханной поверхности и не принимает участия в питании грунтовых вод.

словливающее и обеднение грунтовых вод и развитие размыва пагубное для сельского и водного хозяйства.

Большую роль в повышении интенсивности донного размыва играют неодинаковые условия инсоляции различно экспонированных откосов водотока.

Неодинаковая инсоляция подмываемых откосов грунта вызывала в период образования гидрографической сети асимметрию берегов отдельных звеньев сети; то же самое явление наблюдается и в настоящее время при развитии донного размыва, особенно резко в районах сильно засушливых. В этих местах с первых же моментов образования водотока по дну сети создаются неодинаковые условия увлажнения на его солнечном и теневом боках. На солнечном, обычно более крутом, откосе идет не только быстрый сток всякой попадающей на его поверхность атмосферной влаги, но одновременно происходит и сильное иссушение его более прямыми лучами солнца; особенно это резко проявляется на откосах абсолютно южной экспозиции, находящихся большее число времени года под лучами солнца. Кроме того, на солнечном откосе даже и отложившийся в зимнее время снег быстрее тает, а талая вода также быстрее стекает, оставшаяся же на откосе ее часть сильно испаряется и не поглощается почвой в силу большой крутизны откоса.

На теневых боках водотока наблюдается обратное явление: постоянно находясь в полном затенении или под более косыми лучами солнца, теневая поверхность иссушается слабее и дольше сохраняет накопленную влагу; в зимнее же время на теневых поверхностях обычно и в большей массе отлагается снег, который здесь медленнее тает, и вода его дольше соприкасается с поверхностью и больше поглощается почвой.

В конце концов теневые бока делаются более влажными, а солнечные сильно пересушенными. Это обуславливает то, что поселившаяся на теневых боках растительность хорошо приживается, а на солнечных боках она еле-еле влачит существование и часто гибнет, не выдерживая жестких в отношении влаги условий роста.

В свою очередь, хорошее развитие растительности на теневых боках предохраняет их от дальнейшего размыва и подмыва, в то время как солнечные бока, лишенные растительности, усиленно подмываются, осыпаются и размываются. Таким образом, от неравномерного подмыва и размыва образуется специфическая форма водотока с асимметричными по крутизне и различно обдернованными боками (рис. 120).

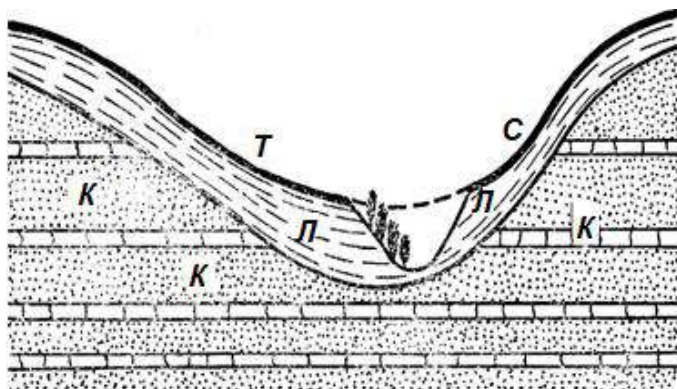


Рис. 120. Асимметрия крутизны боков водотока, вызванная различной их инсоляцией и различной густотой травяного покрова:

Т – теневой берег и бок водотока; *С* – солнечный берег и бок водотока; *Л* – покровная порода; *К* – коренная порода

Можно сказать, что в той или иной степени такого рода асимметричные (по крутизне боков) водотоки встречаются почти во всех районах, где имеются большие донные размывы; в наиболее резко выраженной форме такого рода водотоки можно наблюдать больше всего в районах засушливого юго-востока. В неодинаковом увлажнении различно экспонированных откосов размыва наиболее ярко сказывается роль климатического фактора на развитии донного размыва. Характерным примером в этом отношении может служить правобережье Волги, ниже Саратова, где резкая разница в увлажнении боков водотоков различной экспозиции усугубляется во многих случаях также и резкой разницей в грунтах, слагающих стенки водотока – на теневых обнажается лёсс, на солнечных – меловые, опоковые и мергелистые породы. Все это значительно улучшает растительные условия на теневых боках и резко ухудшает их же на противоположных солнечных боках.

Частным фактором донного размыва, оказывающим влияние лишь на определенной сравнительно небольшой территории, является развитие по дну гидрографической сети донных карстовых (провальных) водопоглощающих образований (провальных воронок, ям, провалов, лощин), встречающихся в тех лощинах, в дне которых залегают трещиноватые известняки. Наиболее типичным районом, где часто встречаются такие донные карстовые образования, является территория центральной (возвышенной) лесостепи, очерчиваемая линией Тула – Венев – Волхов – Карачев – Дмитриев – Ливны – Задонск – Михайлов – Тула.

В пределах этого района залегающие в нижних горизонтах свиты коренных пород девонские трещиноватые известняки и доломиты в местах подхода верхней их поверхности к дну гидрографической сети подвергаются усиленному выщелачиванию поверхностными водами. В результате выщелачивания в толще этих известняковых по-

род образуются большие пустоты, вызывающие обвал лежащего над ними грунта и образование на поверхности дна (частью и на берегах) различной глубины впадин (ямы и трещины), куда просачиваются протекающие по лощине воды, еще больше способствующие усилению карстового процесса, а также расширению и углублению поверхностных провальных образований (см. рис. 70 и 71).

Усиленное поглощение провалами протекающей по лощине воды выключает массу стекающей воды от дальнейшего ее продвижения по дну лощины и тем предупреждает развитие донного размыва. Этим объясняется слабое развитие в указанном карстовом районе донного размыва на участках сети, расположенных ниже водопоглощающих провалов, что очень резко бывает здесь заметно при сравнении таких карстовых участков сети с участками, где нет совсем водопоглощающих провалов или существуют лишь провалы заиленные и где донный размыв бывает развит очень сильно.

В силу того что донные водопоглощающие провальные образования встречаются преимущественно в верхних лощинных звеньях сети, противозерозионное их влияние сказывается преимущественно в нижележащих лощино-суходольном и суходольном звеньях.

Это стоит в связи с тем что в верхних звеньях сети, имеющих небольшой водосбор, происходит более усиленное водопоглощение и потому более интенсивное растворение подстилающих дно известняков, чем в нижних, обладающих большим водосбором, где вода протекает более стремительным потоком и меньше поглощается в грунт.

Следует отметить, что при наличии очень глубоких провалов нередко выше их появляется небольшой размыв дна у места подтока воды к крутой стенке провала; такой размыв обычно в облесенных лощинах быстро ликвидируется, не выходя далеко за пределы провала, и поэтому подобного рода отрицательное влияние провала в значительно большей степени компенсируется его положительной ролью как водопоглотителя стекающих вод и предохранителя нижележащих угодий от размыва.

В некоторых районах на интенсивность развития донного размыва громадное влияние могут оказывать имеющиеся здесь эрозионные образования третьего цикла послетретичной эрозии, которые на том или ином элементе гидрографической сети резко изменяют режим стока поверхностных вод, а вместе с этим и ход развития современного размыва.

Особенно в этом отношении должен быть отмечен правобережный район среднего и нижнего течения Волги, где широко развитые по дну суходольных и долинных звеньев глубокие донные русла третьего цикла эрозии создали благоприятные условия для развития донного размыва и вызвали здесь оригинальные формы его проявления. В самом деле, если бы по дну гидрографической сети не было таких углубленных сухих русел, то весенние и ливневые воды разливались бы по широкому дну сети тонким слоем, не вызывая большого размыва. Наличие же глубоких и обычно довольно узких русел заставляет здесь стекающую воду концентрироваться в большие потоки и течь по дну в суженном русле, и притом уже с большей скоростью, способствуя этим усиленному подмыву крутых¹ русловых откосов, а в некоторых местах и углублению их дна.

Такой процесс, продолжаясь в течение ряда лет, превращает задернованный и устойчивый откос русла в обнаженную, легко осыпающуюся поверхность, являющуюся очагом для развития боковых размывов, рассекающих прилегающие дно сети и склоны (см. рис. 158).

Необходимо отметить, что в указанном районе современный донный размыв почти везде приурочен именно к этим донным руслам третьего цикла эрозии и редко развивается самостоятельно по дну сети вне указанных объектов. Это обстоятельство имеет очень важное значение при выявлении роли современного поверхностного стока в развитии современного донного размыва. Большое его внешнее сходство с донным эрозионным образованием третьего цикла послетретичной эрозии может дать (при недостаточно внимательном изучении этих образований) повод приписать современному размыву несоответствующую ему в действительности интенсивность и размеры, тогда как большая доля этих показателей должна быть отнесена к размывающей деятельности не современных, а древних послетретичных вод, создавших в период третьего цикла эрозии указанные глубокие донные русла. Как пример этого можно указать на окрестности Сталинграда, где большинство распространенных здесь громадных рвов, ныне почти сплошь обнаженных, представляет в большинстве своем лишь сильно подмытые, частично углубленные донные русла третье-

¹Эрозионные образования третьего цикла эрозии всегда почти имеют вид глубоких крутостенных рвов.

го цикла эрозии, прорезывавшие здесь широкое, заполненное лёссом дно лощин, суходолов и долин¹.

Перечисленные условия развития донного размыва (уклон, состав грунта, облесенность, наличие грунтовой воды и пр.) при наличии основного фактора эрозии – распашки поверхности – являются естественными факторами, усиливающими или ослабляющими донный размыв и придающими образуемому при этом водотоку ту или иную форму и поверхностное его состояние. Но и при наличии всех этих условий для образования донного размыва бывает необходим еще некоторый толчок, вызывающий начало его развития. В большинстве случаев это или искусственное нарушение целостности дернового покрова дна гидрографической сети или наличие всякого рода препятствий для свободного прохода воды по дну гидрографической сети.

Само собой разумеется, что подобного рода импульсы могут оказать свое действие лишь в том случае, когда налицо будут какие-либо из указанных условий развития донного размыва, без которых возникновение его невозможно, как бы ни были резко выражены здесь импульсы этого размыва.

К числу их для донного размыва должны быть отнесены: проведение по ровному дну гидрографической сети меж, рубежей, канав и дорог, распашка ровного дна сети; частый прогон скота по дну сети; копка ям по ровному дну в местах прохода стекающей воды и устройство по дну различного рода преград (перемычек, плетнем и т. п.), преграждающих свободный проход стекающей воде; посадка деревьев по ровному дну в местах прохода стекающей воды и возведение в лощинах с большим водосбором плотин без укрепленных водоспускных сооружений (в случае прорыва плотины образуются в дне глубокие вымоины и развивается от нее глубокий водоток).

Однако все эти условия смогут оказать свое влияние лишь тогда, когда налицо будут основные факторы донного размыва и, главным образом, большая глубина расчленения территории (глубокая сеть и круто падающие к ней склоны). При отсутствии этого фактора ни один из перечисленных импульсов, как бы резко он ни был представлен, не сможет вызвать заметного донного размыва.

¹О слабом развитии здесь процесса углубления древний рвов третьего цикла эрозии свидетельствует почти повсеместное наличие по дну отложений, наносов во многих местах, сплошь поросших травой.

Береговой размыв

В силу территориального размещения береговой размыв и по форме проявления, и по условиям развития резко отличается от донного. Прежде всего, благодаря тому, что этот вид эрозионного процесса характерен для крутых и высоких откосов берегов гидрографической сети, такие береговые эрозионные образования почти всегда представляют собой углубление овальной или грушевидной формы (с узким концом в основании берега и более широким около его вершины). В силу сравнительно небольшой водосборной площади и небольшой массы стекающей воды, ими воспринимаемой, большинство береговых эрозионных образований не выходит далеко за пределы бровки берега сети.

В зависимости от высоты берегов, количества подтекающей воды и состава слагающего берега грунта береговое эрозионное углубление принимает различные размеры, в одних случаях имея вид небольшой вытянутой промоины, в других – вид рва больших размеров и глубины, выступающего за бровку берега сети на прилегающий склон.

В основном можно различить следующие формы берегового размыва (рис. 121, *а*, *б*, *в*):

узкие и мелкие размоины, являющиеся наиболее примитивной формой берегового размыва (см. рис. 121, *а*, рис. 122);

узкие вытянутые в длину (рис. 123) или увеличенные в ширину (см. рис. 121, *б*, рис. 124) промоины различных размеров;

ветвистые промоины, представляющие те же, что и в предыдущем случае, береговые промоины, но разветвленные в верхнем конце (см. рис. 121, *в*).

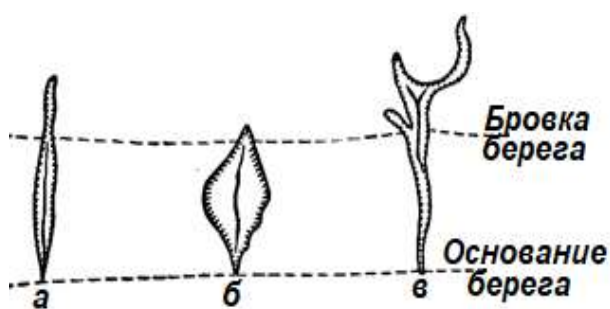


Рис. 121. Различные формы береговых размывов (береговых промоин и рвов):

а – узкая, вытянутая в длину береговая промоина; *б* – короткая и широкая промоина; *в* – ветвистая в верхине промоина

Тульская гидрологическая экспедиция, проводившая сплошную регистрацию береговых промоин, разделяла их на классы, исходя из площади поперечного их сечения и среднего объема промоины по числовым показателям, приведенными в таблице 3.



Рис. 122. Мелкие промоины на берегу лощины (мелкоструйчатый размыв берега); на переднем плане донный размыв в виде прямого, трапециевидного в поперечном разрезе водотока (водосбор Филиной Зуши, Корсаковский район, Орловской области. Фото А. С. Козменко)



Рис. 123. Длинные, вытянутые по берегу и прилежащему склону промоины (Глубковский суходол на территории Новосильской опытно-овражной станции. Фото А. С. Козменко)

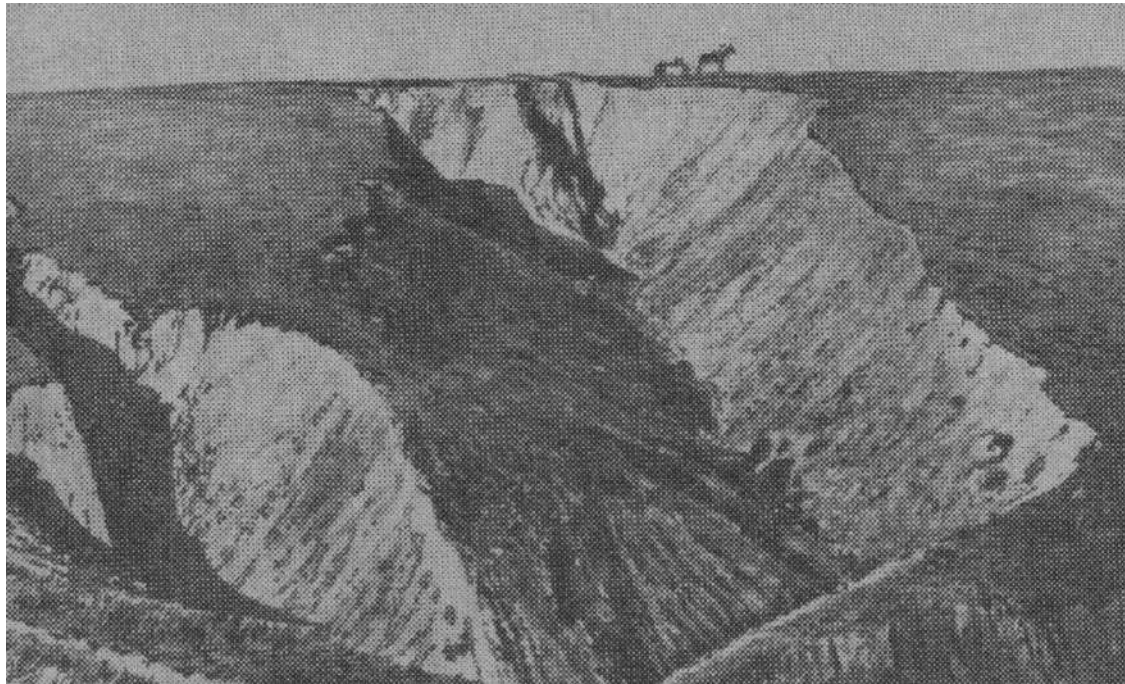


Рис. 124. Широкая и короткая береговая промоина (с. Карнадья, Ново-Деревеньковский район, Орловской области. С фото А. С. Козменко)

Крайним, наиболее резким проявлением берегового размыва является очень глубокий ров, тянущийся на большую длину вдоль склона и в вершине разделяющийся на развилки (два или больше), в свою очередь заканчивающихся высокими уступами (перепадами, рис. 125).

Таблица 3

**Классификация береговых промоин,
принятая Тульской гидрологической экспедицией**

Класс береговых промоин	Тип промоин	Длина, м	Ширина, м	Глубина, м	Средний размер площади, м	Средний объем, м
I	Вытянутая	10	2	1	65	60
II	Вытянутая	30	4	2	130	200
	Короткая	10	6	4		
III	Вытянутая	40	6	4	270	600
	Короткая	20	10	5		
IV	Вытянутая	60	8	6	540	1800
	Короткая	40	12	6		
V	Вытянутая	Свыше 120	12	6	1600	5400
	Короткая	60	24	6		



Рис. 125. Группа больших береговых рвов, прорезающих высокий каменистый берег (водосбор р. Плавы близ г. Плавска, Тульской области. С фото Б. А. Можаровского).

Факторы берегового размыва. Береговой размыв, как и размыв донный, может развиваться только на таких водосборных площадях, в пределах которых будет иметь место какое-либо резкое нарушение условий поверхностного стока.

Однако для возникновения берегового размыва требуется значительно более резкое, чем при донном размыве, нарушение условий стока, так как в развитии берегового размыва принимает участие лишь небольшая часть стекающей воды, циркулирующей по водосбору данного пункта сети (см. рис. 99); а потому, чтобы вызвать береговой размыв, необходимо даже и при сплошь распаханной площади прилегающего склона создание особых условий, могущих сконцентрировать к этому берегу значительную массу стекающей воды, способную вызвать его размыв.

Наши наблюдения, проведенные на территории Новосильской опытно-овражной станции, показали, что такие условия большей частью создаются на пахотных склонах почти каждой границей землепользования, пересекающей склон.

Такая граница (межа, разъемная борозда, рубеж, дорога, канава, вал и т. п.), проведенная по склону в каком угодно направлении, всегда создает преграду для равномерного стока мелких струек воды, распыленных по ровной поверхности склона. Без таких преград эти струйки могли бы по линии наибольшего уклона доходить до самого основания склона, не вызывая какого-либо резкого размыва (рис. 126, 1).

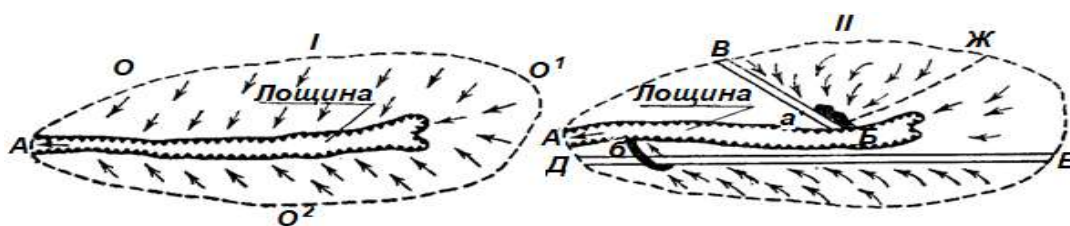


Рис. 126. Схема развития берегового размыва под воздействием нарушенной границами землепользования нормального стока поверхностных вод:

I – сток нормальный; *II* – сток, нарушенный границами землепользования; *BB* и *DE* – границы землепользования (рубеж и дорога); *AB* – лощина; *AOO'O²* – водораздельная линия водосбора лощины в пункте *A*; *a*, *б* – береговые рвы, образовавшиеся в силу концентрации стекающей воды рубежами *BB* и *DE* (стрелками показано направление течения мелких струек стекающих вод)

При наличии же на склоне вытянутой границы землепользования (в виде межи, канавы, разъемной борозды, колеи, дорог или возвышения в роде рубежа, напаша, свального гребня или вала), мелкие струйки воды, дойдя до такой границы и не будучи в состоянии в силу своей небольшой величины перелиться через нее, начнут постепенно собираться около нее в ручейки и потоки, которые будут стекать по уклону границы (см. рис. 126, *II*), вбирая на своем пути все новые и новые струйки. Образовавшийся таким путем большой поток воды, дойдя до основания склона, станет изливаться на крутой берег гидрографической сети; стекая по такому берегу с большой скоростью, он вызовет образование берегового рва. Чем больше на склоне такого рода границ и чем гуще создаваемая ими искусственная канализационная (водоотводящая) сеть, тем интенсивнее береговой размыв, тем больших размеров будут образовываться на таком берегу промоины и рвы.

Однако наличие канализационной сети границ землепользования не является основным фактором, обуславливающим различную интенсивность развития берегового размыва. Развитие берегового размыва прежде всего бывает связано с главным естественным фактором эрозии – глубиной расчленения территории, выражающимся в той или иной крутизне склона, прилегающего к размываемому берегу.

При небольших уклонах склона береговой размыв бывает слабым, а при крутых он становится очень сильным.

В отношении образования берегового размыва основную роль играет не столько средняя величина уклона всего склона, сколько соотно-

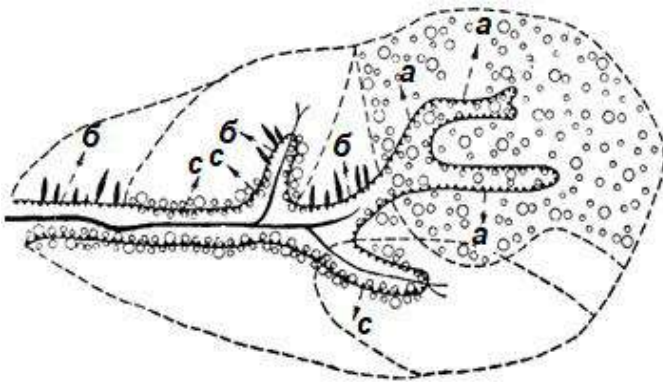


Рис. 127. Влияние на развитие донного и берегового размыва размещения леса в пределах водосбора:

а,а – участки лощин со сплошь облесенным водосбором (на таких участках в лощинах нет ни донного, ни берегового размыва; *б,б* – участки лощин, где облесен лишь один берег, противоположный берег и остальной водосбор не облесены (на облесенном берегу отсутствует береговой размыв, на необлесенном – береговой размыв развивается; также развивается и размыв по дну лощины); *с,с* – участок лощин с обоими облесенными берегами, но с необлесенным остальным водосбором; берегового размыва здесь нет, однако донный размыв существует и даже переходит в концевой размыв, в силу полного отсутствия леса на водосборе лощины

ростью по всему протяжению склона и развивать на нижних участках значительную скорость. Этим объясняется, что при прочих равных условиях берега сети в суходольном звене, где кривая падения склона больше приближается к прямой, береговой размыв развит бывает сильнее, чем в лощинных звеньях сети, где обычно имеется выпуклая форма склона.

На склонах вогнутого профиля, где берег сети сливается со склоном (создавая в подножье так называемый шлейф), обычно береговой размыв бывает менее сильным, чем на склонах, имеющих прямой профиль; в то же время размыв здесь не уступает иногда по силе размыву на склонах с выпуклой кривой склона, несмотря даже и на меньший уклон шлейфа. Это объясняется, с одной стороны, возник-

шение величины уклона отрезков различной крутизны и размещение их по склону. Так, например, при обычной выпуклой у основания форме кривой склона, когда верхние наиболее длинные участки имеют наименьший уклон, а нижние, короткие – наибольший, стекающая вода на верхней (более пологой и более обширной) части склона может в большем количестве быть поглощенной почвой, и в силу этого она должна будет подойти к более крутым участкам уже в меньшем количестве, и тем самым значительно уменьшить свою живую силу по сравнению с тем случаем, когда она стекает по склону, имеющему форму кривой, приближающуюся к прямой (см. рис. 64). При такой форме склона вода сможет двигаться с большой ско-

новением большой, в силу инерции, скорости течения воды в месте перехода ее с крутого участка на более пологий участок шлейфа, а с другой, концентрацией по границам землепользования большой массы воды, подтекающей сюда со всего вышележащего крутого склона.

С основным фактором берегового размыва (крутизной и формой склона) тесно связана экспозиция берега сети. Этот фактор, совмещаясь часто с крутизной склона, обычно ею затушевывается. Самостоятельное значение этого фактора бывает ясно заметно на участках сети, имеющих широтное направление, где этот фактор проявляется в различной интенсивности стока снеговой воды (большей на солнечных склонах и меньшей – на теневых), в различной степени иссушения почвы и грунта в берегах сети (большем на солнечном и меньшем – на теневом) и в различных условиях развития растительности, а отсюда и в различной податливости берега размыву. Это особенно хорошо можно наблюдать в верхних звеньях сети и на сглаженных (выпуклых) берегах и склонах речных долин первого типа. Здесь влияние экспозиции на крутизну сказывается слабо, так как экспозиция в таких местах уже непосредственно влияет на размыв, усиливая сток поверхностных вод на солнечных склонах и ослабляя его на теневых.

Большое значение для развития берегового размыва имеет также облесенность берегов сети.

Если в отношении донного размыва облесенность берегов сети имела относительно меньшее значение, поглощаясь другими, более значительными условиями (крутизной и облесенностью всего водосбора), то по отношению к береговому размыву этот фактор имеет значение, не уступающее по силе влияния крутизне склона.

Многочисленные наши наблюдения за развитием и распространением берегового размыва в различных эродированных районах европейской части Союза ССР показали, что на сплошь покрытых лесом берегах сети береговой размыв никогда не развивается даже при полном отсутствии леса на всей остальной водосборной площади. Исключение в этом отношении представляют лишь такие сравнительно редкие случаи, когда облесенные берега сети окопаны на большом протяжении канавой, идущей вдоль его верхней бровки. При наличии такой канавы подтекающая к ней со всего вышележащего склона вода сплошь ею перехватывается и направляется большим сосредоточенным потоком к какому-либо пониженному пункту берега, где, изливаясь на облесенный крутой берег, она может в глубоко расчлененных

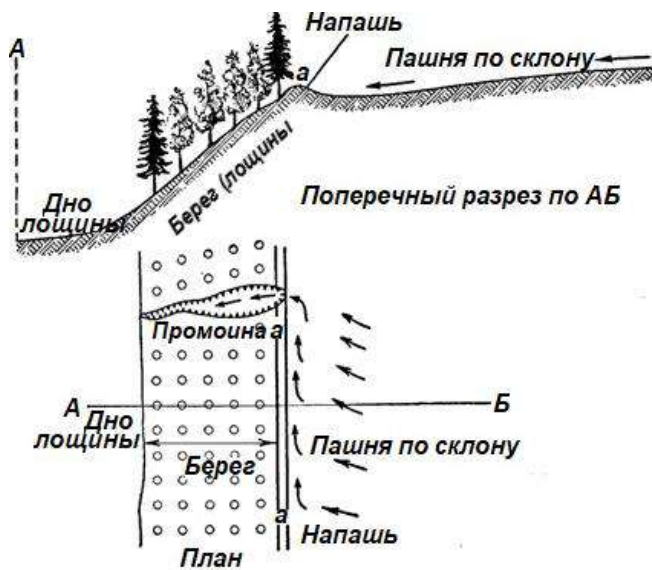


Рис. 128. Схема, показывающая влияние пограничной около леса напашки (а) (или канавы) на развитие берегового размыва в облесенном берегу

районах (в местах, лишенных дернового слоя или подстилки) вызвать образование береговой промоины. Такое же явление иногда наблюдается и при наличии между лесом и пашней высокой напашки¹, оказывающей здесь такое же канализирующее влияние, как канава, проведенная по границе леса вдоль бровки (рис. 128).

В данном случае с первого взгляда получается как бы абсурдное явление, что лес по берегу гидрографической сети может в известных случаях способствовать размыву бе-

рега; но причина этого не облесение берега, а та искусственная канализационная сеть границ землепользования, которая в сочетании с неправильной агротехникой (в данном случае обработкой прилегающих к береговому лесу полевых угодий) может в определенных условиях рельефа вызвать размыв облесенного берега. В обычных же условиях, когда вода пахотных полей имеет возможность стекать на облесенный берег несколькими струями (не концентрируясь высокими напашками, канавами или валами), берегового размыва на облесенном берегу никогда не бывает.

Как показали наблюдения за ростом искусственных лесных насаждений по размывным берегам сети², влияние леса на задержку роста берегового размыва сказывается преимущественно в отенении кронами деревьев поверхности берега. Такое отенение увеличивает влажность поверхностного слоя почвы, а это способствует успешному развитию травянистой растительности, которая хорошо предохраняет берег от размыва и быстро закрепляет всякий появляющийся на облесенном берегу размыв. Даже такая порода, как береза с ажурной кроной, даю-

¹Такая напашь является здесь обычно следствием регулярно проводимой из года в год фигурной или однообразной пахоты вразвал.

²А. С. Козменко. Предварительный отчет об оценочно-гидрологических исследованиях Тульской губернии за 1909-1910 и 1911 гг., Тула.

щая размытому берегу лоцины, идущей в широтном направлении по гребням между промоинами, т. е. на таких местах, где скрепляющее действие корней почти отсутствует, способствует быстрому зарастанию стенок промоины травяной растительностью и прекращению дальнейшего размыва.

Большое влияние на интенсивность развития берегового размыва оказывает рыхлость грунта берегов: на берегах с рыхлым грунтом береговой размыв при прочих равных условиях бывает сильнее, чем на берегах с твердым, каменистым грунтом. Особенно больших размеров достигают размывы на берегах, сложенных в главной своей массе из песков; при таких грунтах береговой размыв проявляется в виде коротких, но зато очень широких береговых промоин и рвов¹. Несколько уступает размыву в песках размыв берегов, сложенных из мощной толщи покровной (лессовом или лёссовидной) породы; в силу того, что такая порода в большинстве случаев бывает наиболее мощно представлена на теневых берегах, то к этим последним преимущественно и бываю приурочены большие береговые промоины в покровной (лессовой или лёссовидной) породе.

Иное явление наблюдается в тех районах, где коренная порода в главной своей массе состоит из твердых каменистых грунтов. Помимо того что такого рода грунты затрудняют появление на берегах промоин и рвов, большому развитию здесь берегового размыва мешает ничтожное распространение в таких местах рыхлого покровного плаща, который при наличии большой толщи каменистых коренных пород или совершенно здесь отсутствует (например, на солнечных берегах) или же встречается в небольшой толще, приурочиваясь лишь к подножью теневых берегов. Характерным примером местностей, где особенно рельефно можно проследить влияние каменистых пород на ослабление развития берегового размыва, может служить Центральный Донбасс; в силу сплошного распространения здесь твердых, каменистых коренных пород береговой размыв в этом районе почти совсем отсутствует даже на участках с резко выраженным рельефом.

В центрально-черноземном меловом районе, где главной коренной породой служит мел и аналогичные мелоподобные породы, береговой размыв также развит слабо.

¹Показательным в этом отношении является район левобережья среднего течения Дона около села Верхний Мамон, где можно видеть громадное развитие берегового размыва в мощной толще послетретичных песков.

Следует отметить, что в глубоко расчлененных районах, имеющих в составе своих коренных пород большой процент каменистых грунтов, задерживающее влияние твердости грунта может иногда стереться более сильным фактором берегового размыва (большой крутизной и высотой берега и прилегающего склона). Это особенно рельефно можно наблюдать в речных долинах первого типа, с чередующимися крутыми и пологими берегами. В таких долинах высокие и крутые (полукругло-вогнутые) берега хотя и бывают сложены из твердых известняков, однако в силу большей их высоты и крутого прилегающего склона бывают часто размывы береговыми промоинами. В данном случае процессу размыва способствует не только высота и крутизна берегов, но в большей степени значительный объем подтекающей к ним в единицу времени воды, собирающейся сюда с крутого прилегающего склона, сложенного из малопроницаемой для воды покровной породы.

Кроме того, развитию берегового размыва способствует наличие на таких берегах следов древних береговых рвов третьего цикла эрозии, усиливающих концентрацию стекающей воды.

Влияние типа почвы также заметно сказывается на интенсивности развития берегового размыва. В районах сплошного распространения почв «лесного типа» (к каким мы относим темно- и светло-серые лесные почвы, подзолистые суглинки) береговой размыв бывает в большинстве случаев сильнее, чем в районах с почвами степного типа (черноземами: обыкновенными, мощными, деградированными, выщелоченными).

Правда, в таких случаях часто могут вмешиваться и другие воздействующие в том же направлении факторы, такие, как крутизна склонов, экспозиция, климатическая зона. Самостоятельное влияние почвенного фактора на размыв можно проследить при сравнении берегового размыва на участках с различными типами почв, недалеко расположенных друг от друга и находящихся в одинаковых условиях рельефа, экспозиции и климатической зоны. Непосредственное влияние типа почвы на береговой размыв проявляется в том, что на почвах лесного типа, имеющих меньшую мощность гумусового слоя и меньшее содержание гумуса по сравнению с почвами степного типа, вода быстрее смывает почвенный слой и быстрее обнажает малопродуктивную подпочву, на которой травянистая растительность (являющаяся могучим противоэрозионным фактором) находит более худшие условия для сво-

его произрастания, чем на самой почве. Кроме того, на более мощных и менее податливых смыву почвах гораздо труднее обнажается подпочва и всякий зарождающийся береговой размыв быстро ликвидируется травяной растительностью, значительно лучше развивающейся на богатом гумусовом черноземном субстрате. Особенно в этом отношении показательным бывает большее развитие берегового размыва на островных участках почв лесного типа и слабое его развитие на окружающей территории, занятой почвами степного типа, где о каком-либо влиянии климатического фактора не может быть и речи¹.

Климатический фактор в развитии берегового размыва играет значительно большую роль, чем в развитии донного размыва. Отчетливо это можно видеть при сравнении засушливых и незасушливых районов. В северных районах большее увлажнение почвы способствует быстрому зарастанию травой обнаженных при размыве откосов и прекращению их роста. В южных засушливых районах, где по сравнению с северными влажными районами выпадает мало снега, сток талых вод хотя по общей своей массе бывает менее значительным, тем не менее в этих районах в силу более быстрого таяния снега общая интенсивность стока часто бывает значительно большей, чем в северных местностях. Поэтому и размыв на юге при меньшем общем расходе талой воды может быть иногда сильнее, чем в местностях более северных, богатых снежными осадками. Это обычно и наблюдается в отношении развития донного размыва. Что же касается берегового размыва, в котором участвует лишь часть талых вод, концентрируемых при этом, главным образом, искусственной канализационной сетью границ землепользования (значительная часть снега на юге сдувается вообще со склонов в лощины и не участвует в формировании стока), то можно утверждать, что в развитии этого размыва участвует весьма малое количество стекающей снеговой воды. Этим обстоятельством объясняется уменьшение типичных береговых размывов по мере перехода от более северных зон к южным.

Влияние грунтовой воды на развитие берегового размыва сказывается почти в том же направлении, что при донном размыве. Грунтовая вода, выклинивающаяся в неглубоких береговых промоинах, вызывая

¹Такие случаи можно наблюдать в центральной лесостепи на островных участках с лесным типом почв, вкрапленных среди деградированных черноземов (Чернский, Богородицкий районы, Тульской области, Верховский и Новосильский районы, Орловской области).

хорошее развитие болотной растительности, ослабляет рост береговых промоин. В глубоких промоинах картина может иногда несколько изменяться в силу появления в них оползней. В таких случаях поток воды, идущей по промоине, будучи сужен оползнем, может подмывать противоположный бок промоины и углублять ее дно, что поведет уже к некоторому усилению эрозионного процесса. Береговой размыв даже и при таких условиях значительно ослабляется, если по дну появится густая болотная растительность, которая хорошо может закрепить дно и откосы промоины и тем прекратить дальнейшее ее углубление и расширение.

Влияние снежных завалов. В тех промоинах, которые зимой сильно заносятся снегом, сдуваемым с окружающих полей, весной при таянии сугробов образуется большое количество воды, усиленно смачивающей боковые (обычно лёссовые) откосы промоины, которые начинают от этого сильно оползать. Это явление еще более усиливается под влиянием большого давления, оказываемого уплотненным снежным сугробом на пересыщенные водой откосы промоины. Поэтому там, где зимой береговые промоины бывают под глубоким снегом, весной почти всегда можно наблюдать в них большие обвалы лёссового грунта, наваливающегося сверху на еще не оттаявший сугроб. Образовавшиеся при обвале лёсса голые отвесные откосы промоины интенсивно подмываются протекающей по дну водой, еще более усиливая этим боковой и донный размывы. В последующем эти обвалившиеся стенки при отсутствии грунтовых вод остаются долгое время незадернованными и легко подвергаются дальнейшему размыву при каждом последующем проходе стекающей воды по той же промоине.

Такое явление в центральной лесостепи можно довольно часто наблюдать на всех больших и глубоких береговых промоинах, находящихся по берегам со склонами, обращенными на северо-запад, запад и север, которые являются для этой части территории заветренными по отношению к господствующим зимним верхним метелям, сдувающим снег с наветренных юго-восточных, восточных и южных склонов.

Как и в случаях донного размыва, для возникновения берегового размыва необходимо наличие некоторых импульсов в виде: снятия дерна с откоса берега; распашки откоса берега; вырубki на берегу леса с корчевкой пней; копки всякого рода ям (например, для добычи камня, песка глины); меж, рубежей, борозд, канав и дорог по берегу; окопки берега канавами и частого прогона скота по берегу.

Все эти условия только тогда могут вызвать появление берегового размыва, когда будут иметь место все главные факторы размыва,

и в первую очередь наличие крутого берега и прилегающего к нему крутого склона, без чего ни один из указанных импульсов не в состоянии вызвать заметный береговой размыв.

В районах с большим уклоном водосбора, при соответствующем сочетании всех других факторов, способствующих усилению берегового размыва (рыхлый грунт, солнечные экспозиции, лесной тип почвы и пр.), все даже незначительные импульсы берегового размыва могут повести к образованию очень больших по площади и глубине промоин и рвов.

Сопоставление условий развития донного и берегового размыва

Из перечисленных условий возникновения донного и берегового размывов выступают довольно четко следующие их характерные особенности.

Донный и береговой размывы резко различаются по месту развития каждого в пределах площади гидрографической сети. Донный размыв занимает центральную, осевую, часть водоотводящей сети, являющуюся местом протока воды со всей вышележащей водосборной площади, а береговой размыв размещается на боковых откосах той же водоотводящей сети, частично воспринимающих стекающую воду только одного какого-либо склона (правого или левого по течению).

Различны и размеры водного потока, вызывающего тот или другой вид размыва. В развитии донного размыва принимает участие вода, стекающая к данному пункту сети со всего вышележащего водосбора. В развитии же берегового размыва участвует лишь малая часть стекающей воды водосбора того же пункта. Поэтому для развития берегового размыва необходимо наличие на прилегающем склоне каких-либо концентрирующих стекающую воду объектов, благодаря которым мог бы образоваться водный поток более или менее значительных размеров. Такими концентрирующими воду объектами являются обычно различные виды искусственной канализационной сети границ землепользования (межи, рубежи, борозды, канавы, дороги), переводящие мелкие струйки стекающей воды в большие водные потоки. Для развития же донного размыва необходимость канализационной сети необязательна.

Эта сеть может усилить донный процесс, но отсутствие ее не может его ликвидировать, и донный размыв может развиваться при полном от-

сутствии канализационной сети на водосборе, лишь бы самый водосбор был распахан и имел уклон, способствующий усиленному стоку.

Облесенность берегов играет решающую роль в развитии берегового размыва; при облесенности берегов этот процесс не развивается. Ликвидация же донного размыва при наличии резко выраженного рельефа получается лишь при облесенности всей или большей части водосборной площади.

Вырубка леса и перевод территории из-под него в другой вид угодий для донного размыва имеет значение при всяком местоположении вырубленного леса в пределах водосбора данного пункта. Тогда как на береговом размыве вырубка леса будет сказываться лишь тогда, когда площадь его будет находиться в пределах той части склона, которая подает стекающую воду к тому или иному размываемому участку берега. Изменения условий стока в других участках водосбора сети для берегового размыва не будут иметь никакого значения (см. рис. 127).

Отсюда можно сделать вывод, что для ликвидации донного размыва необходимы противоэрозионные воздействия на значительно большей территории, чем для ликвидации берегового размыва.

Формы донного и берегового размывов существенно отличаются друг от друга. Донный размыв (водоток) представляет собой расположенное по дну сети на значительном протяжении сравнительно небольшое углубление с отвесными (полностью или частично обнаженными) откосами (боками), с перерывами или без перерывов, тянущееся на большой длине по дну сети; тогда как береговой размыв проявляется в виде коротких, но более глубоких круто-стенных углублений (промоин и рвов), располагающихся или в пределах только одного ската берега, или выходящих за пределы этого берега на прилегающий склон на небольшую длину.

Развитие донного размыва (водотоков) проходит на сравнительно пологопадающем дне сети (с уклоном примерно не более 2-3%), при наличии очень больших расходов стекающей воды, исчисляемых иногда десятками кубических метров в секунду. Развитие же береговых промоин среднего размера проходит при наличии сравнительно небольших расходов воды (не более 30-40 л/сек)¹, но зато на фоне значительно крутых уклонов ската берега, обычно составляющих 15-20° и редко – менее 8-10°.

¹При максимальном модуле стока для центральной лесостепи в 10-11 л/сек такой расход воды в промоинах соответствует обычно стоку с 3-4 га водосборной площади.

Отсюда видно, что в развитии донного размыва играет роль, главным образом, большой расход вода, в развитии берегового – большой уклон.

Ввиду значительной разницы в величинах водосбора, процесс донного размыва, связанный с более обширной площадью, проходит в гораздо больший промежуток времени, чем береговой размыв, развитие которого продолжается сравнительно недолго, в силу небольшой площади стока, приходящейся на отдельный пункт берегового размыва.

В ликвидации донного размыва могут принимать участие такие специфические факторы, как наличие по дну сети водопоглощающих провальных образований (воронок, ям), которые для берегового размыва не имеют почти никакого значения.

Различный характер грунта в большей степени сказывается на интенсивности берегового размыва, чем на интенсивности донного, потому что с одной стороны донный размыв в глубину захватывает сравнительно меньшую толщу грунта, чем размыв береговой, с другой стороны, донным размывом чаще всего захватываются лишь поверхностная, покровная лёссовая порода и небольшая часть коренного грунта, тогда как береговым размывом может захватываться не только покровная, но в значительной степени и коренная порода. При достаточной рыхлости коренной породы и большой высоте берега береговые промоины могут достигать громадных размеров.

При наличии в коренном грунте твердых каменистых пород (например, мела, известняка, опоки, гранита) в глубоких донных размывах почти всегда наблюдается асимметрия грунтов в различных боках водотока (лёссовый грунт – на теневом боку, каменистый – на солнечном), тогда как в береговых размывах такой асимметрии никогда почти не наблюдается. Это является одним из существенных морфологических отличий донного размыва от берегового и стоит в связи с относительно малой мощностью покровных отложений в дне сети.

В развитии берегового размыва при одном и том же среднем уклоне форма склона играет большую роль, тогда как для донного размыва форма склона не имеет существенного значения.

Тип почв окружающего склона сказывается на развитии берегового размыва, тогда как для развития донного размыва этот фактор непосредственного значения не имеет.

Мощность снежного покрова и условия его отложения по крутым склонам в большой степени сказываются на интенсивности развития берегового размыва и в малой степени на развитии донного размыва.

Экспозиция склонов непосредственно сказывается на береговом размыве, так как этот размыв развивается только на одном склоне и не отражается на донном размыве, связанном со склонами различных экспозиций.

Грунтовые воды, выклиниваясь внутри размывтой площади, действуют благоприятно на тот и другой вид размыва, но в наиболее резкой форме этот фактор воздействует лишь на донный размыв, на береговом размыве его влияние часто парализуется другим процессом – появлением в откосах промоин оползней, которые вызывают обратный процесс – углубление дна и подмыв противоположного оползню откоса.

Одинаково воздействует на развитие донного и берегового размывов естественный фактор – глубина расчленения территории (глубина сети и крутизна прилегающих склонов), являющийся в одинаковой степени главным в развитии как того, так и другого вида размыва, также одинаково воздействует и климатический фактор – влажность почвы грунта, способствующая зарастанию обнаженных откосов размывов и прекращению их роста.

Переходные формы донного и берегового размывов

Ввиду того что отдельные элементы водосборной площади гидрографической сети не везде строго разграничиваются друг от друга, не всюду могут быть также строго разграничены и связанные с этими отдельными элементами донный и береговой размывы. Могут встречаться переходные, промежуточные виды с признаками, приближающимися и к одной и к другой форме размывов. К таким переходным видам размыва относятся.

Размыв концевой (рис. 129, к), приуроченный к вершинам верхних (лощинных) звеньев гидрографической сети. Этот вид по месту своего расположения является размывом в вершине лощины, собирающей стекающую воду с водосбора всех концевых мелких ложбин, подходящих к вершине; значит, в развитии этого вида размыва принимает участие уже довольно значительная масса стекающей воды, что сближает такой концевой размыв с донным размывом. Этот же размыв в полной мере развивается лишь при наличии выше вершины лощины какой-нибудь искусственной канализационной границы землепользования (чаще всего дороги), что делает его в то же самое время довольно близким к размыву береговому, типичные признаки которого здесь часто превалируют над признаками донного размыва.

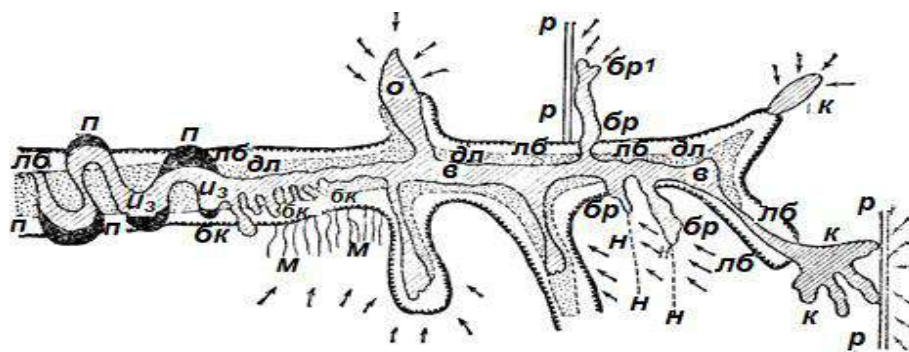


Рис. 129. Различные виды донного и берегового размывов:

лб – берег лощины; дл – дно лощины, в – водоток (донный размыв); бр – береговая промоина (береговой ров); р – рубеж; н – напашь, межа; к – концевой ров (промоина); о – отвершковый промыв; бк – боковой промыв (боковые промоины); из – извитой проток; п – промыв берега; м – мелкостручатый размыв по склону (стрелками показано направление течения струй стекающих вод)

Размыв отвершковый (см. рис. 129, о, рис. 130) представляет собой донный размыв в небольших коротких боковых лощинах-отвершках, впадающих в какой-либо большой суходол.



Рис. 130. Отвершковый размыв (суходол «Щепихин» водосбора р. Камышинки, Камышинский район, Сталинградской области. Фото Л. Т. Земляничного)

Расположение отвершкового размыва по оси древней впадины (или отвершка) и наблюдаемая (особенно в районах с коренными каменными породами) в боках этого размыва асимметрия грунтов

приближают его к донному размыву; однако сравнительно небольшой размер водосборной площади, по величине лишь немного превосходящей размер площади, присущей типичному береговому размыву, делает его довольно близким к последнему.

В отличие от концевой размыва в отвершковом признаки донного размыва большей частью преобладают над признаками берегового¹.

Размыв боковой (см. рис. 129, *бк*, рис. 131) проявляется в виде частых коротких углублений в боках глубокого водотока. Особенно резко он бывает выражен в тех районах, где дно сети сложено из мощной толщи покровной породы (лесса, лёссовидного суглинка, донного рыхлого мергелистого наноса). Широкое распространение эта форма размыва имеет в правобережье среднего и нижнего течения Волги в тех звеньях сети, где мощная донная покровная порода прорезается руслом третьего цикла эрозии. Развитие этого бокового размыва обязано преимущественно мелким струям поверхностных вод, подтекающим к бровке водотока с прилегающего ската берега. Такие струи, падая с большой высоты, развивают большую живую силу, вполне достаточную для образования в легко размываемом покровном грунте значительной вымоины, размер которой зависит от расхода струи, подтекающей к краю водотока.



Рис. 131. Размыв (боковой) левого бока глубокого водотока (водосбор верховья Оки. С фото С. Н. Никитина)

¹Особенно большое распространение отвершковый размыв имеет по высоким берегам правобережья среднего течения Дона и Волги, в зоне выходов меловых пород. Эти размывы очень близко напоминают береговые рвы, от которых они легко отличаются типичной (для отвершкового размыва) асимметрией грунтов в боках водотока.

Довольно близко к боковому размыву стоит размыв дна древних боковых отрогов, отходящих от глубоких русел третьего цикла эрозии, пересекающих заполненное лёссом широкое дно суходолов и долин (см. рис. 41 и 156 *рдо*³). Такие древние боковые отроги наиболее часто и в наибольших размерах приурочены к солнечным сторонам древних русел, откуда они распространяются по прилегающей части дна сети, иногда захватывая и основание примыкающего склона. В глубоко расчлененных районах дно таких боковых отрогов нередко рассечено современным размывом, являющимся в таких случаях своеобразным типом донного размыва в пределах древних боковых отрогов русла третьего цикла эрозии.

По месту размещения и условиям развития такой вид размыва очень близко подходит к типичному боковому размыву, отличаясь от него лишь большим размером водосбора, приходящегося на каждый отдельный отрог и значительно превышающего водосбор обычной современной боковой промоины. Этот размыв отличается еще и своеобразным размещением по сети, находясь по дну глубоких, коротких и крутостенных отрогов третьего цикла эрозии. Такое размещение этого размыва напоминает несколько отвершковый размыв в коротких чашеобразных отвершках второго цикла эрозии и отличается от последнего меньшей величиной водосборной площади (см. рис. 41)¹.

Такой же оригинальной формой современного размыва, встречающегося преимущественно в глубокорасчлененных районах засушливой зоны юго-востока, является размыв дна длинных склоновых рвов третьего цикла эрозии.

В отличие от современных промоин на склонах эта форма размыва представляет собой размыв дна древнего склонного размыва. Такой размыв занимает обычно лишь небольшую, преимущественно устьевую часть дна, редко охватывая его на всем протяжении (см. рис. 156, *рдл*³).

Такая форма современного размыва, которому мы ввиду широкого распространения его в окрестностях Сталинграда дали наименование склонового размыва сталинградского типа, как и рассмотренная форма отрогового размыва, развита преимущественно около больших

¹В некоторых случаях эти две формы размыва соединяются друг с другом при сохранении, однако, около каждого из них приуроченных к ним древних эрозионных образований различных циклов (как это, например, имеет место в районе Нижней Банновки по правобережью среднего течения Волги).

суходолов, имеющих длинные склоны, круто падающие от самого водораздела¹.

В развитии типичных боковых размывов обычно принимают участие небольшие распыленные по склону потоки стекающей воды. Эти размывы почти никогда не достигают больших размеров, а заканчиваются в большинстве случаев или у подножья берега или где-нибудь на этом последнем, не доходя даже и до его середины. При размещении боковых размывов близко друг к другу бока водотока принимают ребристую поверхность с массой узких гребней, чередующихся с глубокими впадинами.

Существенное отличие бокового размыва от берегового состоит в том, что боковой размыв развивается, главным образом, на неразмывтой части дна сети и мало касается берега (обычно лишь его основания), тогда как береговой размыв развивается от бровки или от основания берега, разрастаясь по берегу и прилегающему склону.

Сходство бокового размыва с береговым состоит в том, что в развитии как берегового, так и бокового размывов принимает участие лишь незначительная часть той стекающей воды, которая протекает по сети. Количество стекающей воды, участвующей в боковом размыве, бывает значительно меньшим, чем при береговом размыве. Это и понятно, так как боковой размыв образуется преимущественно от мелких струй воды, подтекающих к водотоку. В образовании бокового размыва концентрация стока границами землепользования не принимает почти никакого участия.

Для развития под воздействием мелких струек сколько-нибудь заметного бокового размыва, помимо большой глубины водотока, необходимо еще, чтобы грунт дна был достаточно рыхлым и более сухим, затрудняющим развитие на нем травянистой растительности. При наличии травяного покрова мелкие струи стекающей воды не могут развить сколько-нибудь заметной размывающей энергии. Этим обстоятельством объясняется тот факт, что боковой размыв встреча-

¹Особенно интересны в этом отношении долины небольших рек Пионерки и Ельшанки близ Сталинграда, в устьевых частях которых можно видеть по обоим склонам частые размывы описанной формы. Эти размывы занимают иногда до половины и более протяжения древних склоновых рвов третьего цикла эрозии. Широко развитый здесь отроговой размыв прорезает лишь покровную лёссовую толщу дна суходола, а склоновый размыв проходит преимущественно в коренных (третичных) породах, песках и песчаниках. Различным составом пород, прорезываемых размывами, предопределяется и различный характер практических мероприятий, могущих ликвидировать разнообразные виды размыва.

ется преимущественно на солнечных откосах глубокого водотока и наиболее часто в засушливых глубоко расчлененных районах.

Подмывы берегов

Одним из проявлений донного размыва в стадии извитого водотока является подмыв берега сети. Происходит обычно такой процесс в тех случаях, когда изгиб-водоток подходит вплотную к берегу, после чего начинается постепенное подкапывание водой подошвы берега, в результате чего обваливается грунт берега и появляются в последнем крутые, обычно вогнутые откосы (рис. 132).

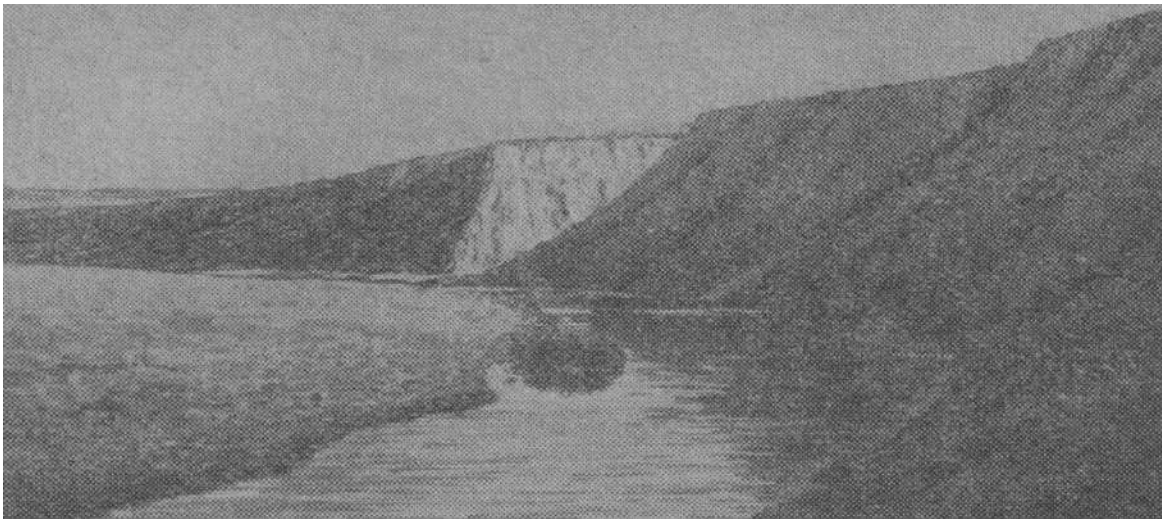


Рис. 132. Подмыв берега (водосбор Студенца в Чернском районе, Тульской области. С фото Ю. К. Зографа)

Подмывы бывают различной величины в зависимости от амплитуды изгиба водотока и состава грунта берегов. Наибольших размеров подмывы достигают в глубоко расчлененных районах, где они к тому же встречаются и в большем количестве.

Так как изгибы водотока в наиболее резкой форме появляются обычно с суходольного звена сети, то и подмывы берегов также развиваются, главным образом, начиная с суходольного звена, увеличиваясь в размерах по направлению к более низким звеньям, параллельно с чем идет обычно и увеличение дуг извитого водотока.

При прочих равных условиях подмывы бывают тем больших размеров, чем рыхлее подмываемый грунт.

Наибольшие по размерам подмывы обычно приурочиваются к берегам, сложенным из мощной покровной или песчаной коренной породы.

Подмывы в лёссовом и лёссовидном грунтах встречаются преимущественно в тех суходольных звеньях, у которых склоны имеют в коренной породе значительную толщу песчано-глинистых грунтов. Обычно в таких случаях подмывы наблюдаются по берегам с теневыми экспозициями (С, СВ, В) и в меньшем числе – с солнечными. В берегах с теневыми экспозициями обнажается обычно лёсс или лёссовидный суглинок, в берегах с солнечными экспозициями – большей частью коренная порода. Высота подмывов в лёссе нередко достигает 20-30 м, длина же их (по дуге) доходит до 60 м.

Если коренная порода в суходольном и нижележащем звеньях состоит в главной своей массе из каменистых пород (известняков, мелов и песчаников), то различие подмывов по составу грунтов проявляется наиболее резко. В таких местах лёссовые подмывы встречаются почти исключительно на теневых берегах, а каменистые подмывы – на солнечных.

Особенно больших размеров достигают подмывы берегов на таких участках суходолов и долин, у основания берегов которых залегают мощные толщи песчаных пород. В этом отношении характерен район левобережья Дона у села Верхний Мамон, где породой, слагающей склоны, является мощная толща послетретичных песков. Не менее интересен и район правобережья Волги ниже Саратова, между селами Трубиным и Нижней Банновкой, где в основании долинных и суходольных звеньев выходит на поверхность мощная толща сеноманских песков. В этих двух местностях песчаные подмывы больших размеров размещаются преимущественно на солнечных берегах, на противоположных же теневых берегах встречаются, главным образом, подмывы в лёссовом грунте, причем они также достигают больших размеров.

В районах глубоко расчлененных подмывы берегов, помимо больших размеров и большой их частоты, обыкновенно имеют обнаженные поверхности, указывая тем самым на продолжающийся их рост. В местностях же, менее глубоко расчлененных, они частично покрыты травянистой растительностью. Такие частично задернованные подмывы встречаются иногда и в более глубоко расчлененных районах, но здесь такие подмывы бывают только на тех участках сети, где дуга извитого водотока почему-либо отступила от подошвы отко-

са. Вообще же покрытие травянистой растительностью подмывов наблюдается преимущественно на теневых экспозициях.

Подмывы берегов при донных и береговых размывах могут появляться и достигать больших размеров, главный образ, в районах с глубоко расчлененным рельефом. В районах слабо расчлененных подмывы встречаются редко и бывают лишь небольших размеров, несмотря на наличии здесь условий, способствующих эрозии: рыхлого грунта, солнечной экспозиции и т. п.

Подмывы сосредоточены преимущественно или в суходольном, или в переходном суходольно-долинном звене; в типичном же долинном звене подмывы встречаются значительно реже. С одной стороны, это объясняется тем, что в долинном звене дуги извитого русла делаются более редкими и более пологими, в силу чего число подмывов на единицу протяжения сокращается; с другой стороны, это стоит в связи с уменьшением уклона дна сети по мере перехода от суходола к долине. При уменьшении уклона уменьшается (в том же направлении) скорость течения потока в извитом русле, а следовательно, и размывающая его сила. При сравнительно малых уклонах долинного звена необходимая для бокового подмыва размывающая сила может развиваться или при значительно больших массах стекающей воды, или при наличии каких-либо внешних воздействий, увеличивающих величину поперечной слагающей скорости потока.

Первое условие может иметь место в долинах преимущественно в период весеннего половодья, второе же условие может встречаться лишь в самом русле долины при сужении его какими-либо причинами, как, например, выносом грунта из боковых ветвей долины, отклоняющим поток воды к противоположному боку русла. Таким образом, в больших долинах существуют два вида подмывов: подмыв коренных берегов долины и подмыв боков русла долины. Каждый из этих подмывов приурочивается к определенным участкам долины и развивается под влиянием специфических условий.

Подмывы коренных берегов речных долин

Разбирая различные типы речных долин, мы отмечали, что долинное звено гидрографической сети в основном бывает двух типов, каждый из которых имеет своеобразную форму и строение берегов как в поперечном, так и в продольном профиле.

В первом типе долины мы имеем чередование (на той и другой ее сторонах) участков высоких, крутых, полукруглых вогнутых берегов с низкими, пологими выпуклыми при сравнительно узком дне (пойме) долины, по которому располагается дугообразное русло, следующее обычно за крутым изгибом коренного берега.

В небольших долинах этого типа, у которых водосбор слабо расчленен и имеет полого падающие к гидрографической сети склоны, крутые, высокие участки берега обычно сплошь задернованы (иногда даже и сплошь облесены), оставаясь, таким образом, в том же устойчивом состоянии, которое сложилось после окончания третьего послетретичного цикла эрозии. Точно так же пологие берега, несмотря на то, что они подвергаются почти всюду сплошной распашке, остаются нетронутыми современным размывом.

Иная картина получается в очень больших и малых долинах первого типа, но имеющих глубоко расчлененный водосбор. В таких долинах в период весеннего половодья полая вода до момента выхода воды из русла на пойму устремляется мощным потоком по извитому руслу и, переполняя его до краев, подходит к крутому полукруглому высокому берегу; при отсутствии в таком берегу лесной растительности (задерживающей эрозию) поток начинает усиленно подтачивать берег, образуя в нем тех или иных размеров подмывы, в зависимости от рыхлости грунта и живой силы водного потока. Подмывы эти могут увеличиваться в размерах последующей высокой водой, вышедшей уже из русла, образуя в коренном берегу той или иной высоты крутой и обнаженный откос (рис. 133, *аб*), резко отделяющийся по своей крутизне и обнаженному грунту от вышележащей задернованной части покрытого почвой коренного берега (см. рис. 133, *бв*).

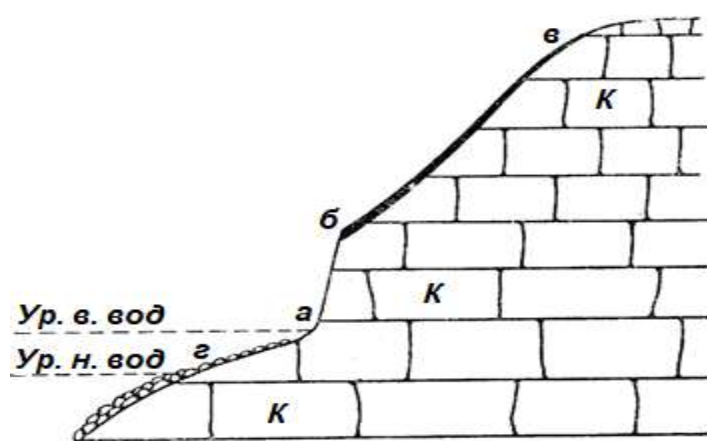


Рис. 133. Подмыв крутых и высоких берегов в речных долинах:

бв – неподмытая, задернованная, часть крутого берега; *аб* – подмытая высокими водами часть берега; *аг* – бичевник (заливаемая высокими водами часть берега); *Ур. в. вод* – уровень высоких вод; *Ур. н. вод* – уровень низких вод

Ниже горизонта высокой воды благодаря сглаживанию ею подмываемого берега образуется более пологий откос, спускающийся до меженного (летнего) горизонта речной воды (см. рис. 133, *аг*). В тех долинах, где полукруглые крутые высокие берега обнажают сплошь твердые каменистые породы, современный подмыв часто образуется на стыке этого берега с прилегающим к нему (сверху или снизу по течению) пологим берегом, сложенным из покровной лёссовой или лёссовидной породы. В таких случаях могут получаться довольно большие обнаженные лёссовые подмывы, нередко тянущиеся до места соединения пологого (лёссового) берега с поймой. И в том и в другом случае современные подмывы в большинстве случаев приурочиваются к местам подхода дугообразного русла к коренному высокому берегу и прилегающему к нему участку пологого (лёссового) берега; свежих же подмывов за пределами русла не бывает. Это обстоятельство указывает, что современные высокие воды, выходящие из русла, какой бы значительной силы они ни были, но в состоянии вызывают подмыв берега за пределами русла¹.

В долинах второго типа, имеющих весьма широкую пойму (до 1 км и более), у которых один берег² бывает почти на всем протяжении крутым и высоким, сложенным большей частью из древних коренных пород, а противоположный – пологим, низким, сложенным из послетретичных песков, покрытых или не покрытых лёссом, русло (в отличие от долин первого типа) не имеет больших подмывных дуг, следуемых за высокими берегами; оно бывает в большинстве случаев или петлистым (в небольших долинах), или же неправильно изгибающимся по пойме (в больших долинах). И так как в долинах второго типа пойма по ширине своей значительно превосходит ширину русла, современные полые весенние воды никогда почти не могут вмещаться в русло и быстро выливаются на пойму, образуя здесь не столь глубокий, сколь широкий водный поток, не могущий развить значительных скоростей. Широкий поток воды может подмывать коренной берег только лишь в местах подхода какой-либо одной петли русла вплот-

¹Этим же вместе с тем доказывается и то положение, что встречающиеся во многих речных долинах высокие задернованные следы подмывов, расположенные на внерусловой части берегов долины, являются образованиями древними, относящимися к третьему циклу послетретичной эрозии, в силу чего и поверхность таких подмывов бывает сплошь покрыта почвой и задернована; часто даже и сплошь облесена.

²В большинстве случаев обращенные на теневую сторону (С, СВ, СЗ, В).

ную к коренному берегу. Значительного размера подмывы в таких долинах могут иметь здесь место лишь в больших долинах, в малых же долинах, с сильно петлистым руслом, такие подмывы будут редкими, ибо петлистое русло чаще всего размещается по самой пойме и реже касается крутого коренного берега.

Если принять во внимание, что крутым берегом в долинах второго типа на всем ее протяжении бывает обычно какой-либо один берег¹, а уклон поймы в этих долинах не бывает значительным, то станет понятным, почему в этих долинах современные (обнаженные) подмывы коренных высоких берегов встречаются реже, чем в долине первого типа. Современные подмывы больших размеров здесь можно встретить лишь в местах подхода русла к коренным берегам, сложенным в основании из рыхлых грунтов (песков, тонкоплитчатых рыхлых мергелей). Там, где коренные берега имеют в основании толщу рыхлых пород с включением водоупорных глин и осложнены древними оползнями, подход к таким берегам русла вызывает, главным образом, развитие вторичных современных оползней.

Подмывы на пологом (песчаном или песчано-лессовом) берегу встречаются редко и преимущественно там, где русло подходит или к какому-либо высокому песчаному всхолмлению, покрытому плащом лёсса, или к древнему следу подмыва, образовавшемуся в период третьего цикла эрозии.

Как и в долинах первого типа, современные подмывы, образующиеся в крутых высоких коренных берегах долин второго типа, занимают обычно лишь часть коренного берега, образуя выше горизонта высоких вод ясно заметный крутой, большей частью обнаженный откос (см. рис. 133), а ниже этого уровня пологий откос, именуемый обычно «бечевником»

В большинстве случаев даже и при наличии в высоком коренном берегу рыхлых пород современный подмыв редко захватывает полностью весь коренной берег до его бровки; обычно подмыв доходит не более как до половины коренного берега, верхняя же его часть подмывом не затрагивается и остается покрытой почвой, дерном и лесом.

Встречающиеся в геологической и географической литературе указания о якобы современном передвижении большинства крутых берегов речных долин европейской части нашего Союза не имеют под собой никаких фактических обоснований.

¹Большой частью берег теневой экспозиции.

Если кое-где даже на таких больших реках, как Волга, и встречаются подмывы, захватывающие полностью весь откос крутого берега, то такие случаи являются единичными, относящимися к сравнительно невысоким берегам, сложенным из рыхлых коренных пород (песков с прослойками песчаников или рыхлых мергелей, чередующихся с глинами). На таких подмывах во многих местах все же остаются у верхней бровки нетронутые подмывом следы коренного берега, указывающие на то, что и здесь древняя бровка коренного берега осталась неподвижной на большом протяжении подмытого ныне берега.

Можно определенно сказать, что на всех больших речных долинах описываемой территории (Волги, Дона, Днепра) бровка крутых и высоких (правых) берегов осталась по настоящее время в том же положении, в каком она была в конце третьего цикла послетретичной эрозии и после такового не сдвигалась (за исключением указанных выше редких случаев). Многие факты указывают даже на то, что в больших долинах наших рек, в тех местах, где русло подступает вплотную к крутому и высокому берегу и образует у его основания подмыв, врезание русла при таком частичном подмыве за все истекшее время (с момента начала такого подмыва) произошло на весьма небольшую величину, исчисляемую иногда всего в каких-либо 10-15 м. Эту величину отступления основания берега легко и просто бывает точно вычислить в местах подмыва крутых, каменистых берегов, покрытых в основании плащом лёсса (рис. 134).

В таких случаях мощность и форма напластования покровного плаща могут быть точно фиксированы по разрезам в промоинах, рас-

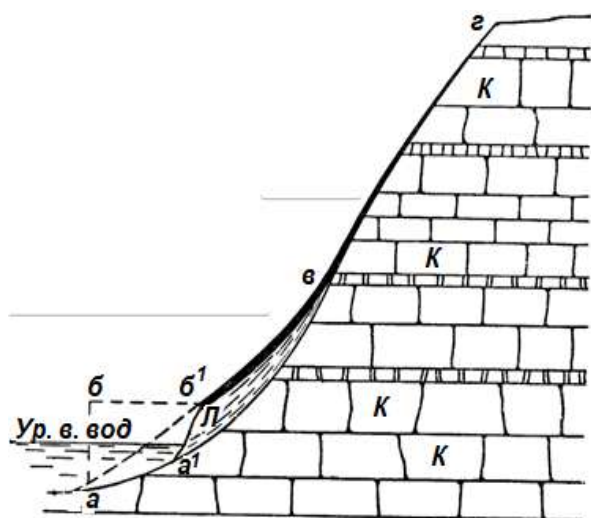


Рис. 134. Схема, показывающая величину отступления (размыва) коренного высокого берега речной долины в современную эпоху:

K — коренная порода; L — покровная порода, ab^1va^1 — разрез у основания берега покровного отложения, существовавшего до момента подмыва берега современными водами реки; ab^1a^1 — подмытая в современную эпоху часть берега; bb^1 — величина отступления подножия берега в современную эпоху; $Ур. в. вод$ — уровень высоких вод; z — бровка берега

секающих коренной берег. Приводимый чертеж наглядно показывает способ определения размера отступления основания коренного берега.

В берегах же, сложенных из каменистых пород и покрытых лесной растительностью, очень часто в местах подхода русла совершенно не наблюдается никакого подмыва берега у основания, а это указывает на то, что берег, сформировавшийся в период древней послетретичной эрозии в течение всего последующего периода, вплоть до наших дней сохранился в неизменном профиле, не подвергшись почти никакому подмыву современными водами. Многочисленные примеры этому можно видеть на Волге у Жигулей, также и на Дону по среднему его течению в пределах меловой зоны, а на Днепре – у Запорожья.

Подмывы боков русла в речных долинах

Подмывы, происходящие в русле речных долин, часто смешивают с подмывами берегов, называя их также подмывами берегов реки.

Подмывы боков русла охватывают почти исключительно донные, пойменные, отложения долины и не касаются коренных ее берегов. Кроме того, подмывы боков русла происходят почти исключительно под влиянием водного потока, заключенного в русле, высокие же воды, выходящие из русла и разливающиеся по пойме, не принимают участия в образовании подмыва. Подмывы боков русла вызываются воздействием меженной (летней) воды, проходящей по руслу, тогда как меженная вода в подмыве коренных берегов принимает ограниченное участие.

В силу указанных особенностей самого процесса подмыва русла возникающие эрозионные образования получают иную форму и иные условия развития. Прежде всего следует отметить, что бока русла почти везде бывают сложены или из рыхлых послетретичных (лессовых или песчаных) донных отложений, или из современных слоистых пойменных наносов, поэтому водные потоки, текущие в русле, почти всегда подмывают рыхлые грунты, а отсюда и подмывы в боках русла интенсивно развиваются.

В долинах первого типа, где донные отложения чаще бывают представлены лёссовой или лёссовидной породой, породой более плотной, чем пески, боковой русловой подмыв проходит не в такой резкой степени, как в долинах второго типа, где большая часть пойменных отложений представлена песчаными и песчано-глинистыми, очень рыхлыми отложениями.

В противоположность подмывам коренных берегов, в большинстве приуроченным к определенным участкам долины, подмывы боков русла не имеют такой определенности в размещении и потому встречаются на различных участках поймы по обеим сторонам русла.

Так как в подмыве боков русла участвует вода, заключенная в русле, то в узких руслах подмывы могут легко образоваться под влиянием всякого рода отклонений руслового потока под воздействием как временных, так и постоянных препятствий, создаваемых в русле. Подмывы могут также происходить и под влиянием вхождения в русло какого-либо бокового притока. В случае появления препятствия в русле сужается проток воды, получается подмыв какого-либо одного бока русла и углубление дна. В большинстве наших речных долин (см. рис. 44, 52) строение донных отложений, почти всюду включающих погребенную почву, залегающую на покровной послетретичной породе (песках или лёссовидном суглинке) и прикрытую сверху гумусированным песчаным или песчано-глинистым слоистым наносом, ясно показывает, что поймы наших рек не имели ранее половодий и вся полая весенняя вода умещалась в русле. Такое же положение можно наблюдать и в настоящее время на некоторых реках центральной лесостепной зоны европейской части Союза ССР в малоснежные годы. С тех пор как в силу распашки территории и вырубки лесов начался интенсивный весенний сток, полая вода начала выходить из русла и, разливаясь по пойме, отлагать на ней несомые ею взвешенные илистые и песчаные частицы грунта, покрывавшие ранее существовавшую на пойме древнюю почву.

Что касается боков русла, то в тот период, когда река весной не выходила из него, бока, по-видимому, оставались всегда задернованными, как это наблюдается и теперь на многих наших больших реках, на тех их участках, где движение воды спокойное и пойма покрыта густым пойменным лесом и пойменным густым травяным покровом.

Наблюдаемые в настоящее время на многих реках растущие и обнаженные подмывы боков русла в большинстве случаев связаны с некоторыми специфическими условиями определенного участка реки, главнейшими из них являются:

уничтожение в большом размере древесной растительности, произрастающей на пойме;

примыкание с какой-либо стороны участка большого протока

(или старицы), дающего в полуую воду большой добавочный поток воды, устремляющийся к одному боку русла;

заторы льда на закруглениях русла, вызывающие при прорыве односторонний подмыв;

отложение в русле больших наносов грунта, вынесенных сюда из сильно эродируемых суходолов и лощин, впадающих сбоку в долину (в таких случаях речной поток сужается этим выносом и отодвигается к противоположному боку русла, усиленно подмывая его);

перепруда русла плотиной, ниже которой образуются подмывы в русле;

спрямление (при устройстве высоких плотин) протоков в поймах долин второго типа, вызывающее размывы и подмывы боков русла;

выход в дне русла каменистых гряд, создающих в русле порог, ниже которого идет обычно большое углубление русла и образование подмывов в его боках;

падение в русло больших деревьев, подмытых водой, сопровождающееся выворачиванием больших глыб земли из боков русла, где после этого начинается усиленный подмыв¹.

В тех участках реки, где отсутствуют указанные условия, бока русла даже и в больших речных долинах остаются во многих местах устойчивыми, покрытыми густой травяной растительностью, и сохраняющими при этом нормальный угол своего откоса. Наглядные примеры такого устойчивого состояния боков русла можно часто встретить на многих участках среднего течения Дона (между Лисками и Калачом), а также на поймах других, менее значительных речных долин².

Количественные размеры процессов размыва и их динамика

Хотя в дореволюционной литературе, сводившей весь процесс эрозии к оврагообразованию, и имеются указания о размерах современ-

¹Там, где бока русла проросли кустарниковыми ивами, таких явлений обычно не наблюдается.

²Следует относиться с большой осторожностью к указаниям о постоянных блужданиях русла на широких поймах речных долин средней полосы европейской части СССР, указаниям, основанным на сравнении картографических материалов предшествующих лет. Надо всегда иметь в виду, что старые съемки речных пойм в силу трудных условий их выполнения (наличие заболоченных, трудно проходимых участков, густых зарослей и т. п.) имеют много погрешностей, а, кроме того, следует принять во внимание и тот факт, что большая часть стариц и других следов речных протоков является остатками третьего цикла послетретичной эрозии, как и встречающиеся здесь же следы подмывов в коренных берегах.

ных размывов («действующих оврагов»)¹ однако сведения эти являются крайне отрывочными, приближенными и притом основанными не столько на измерениях современных размывов сколько на определениях размеров площадей, занимаемых древней гидрографической сетью, которая смешивалась с современным размывом. Разобраться по этим источникам, к каким из этих двух генетически различных образований относились те или иные цифры, в большинстве случаев невозможно, что затрудняет использование таких материалов для суждения о количественной стороне развития современного размыва.

Большинство последующих послереволюционных работ затрагивавших вопросы эрозии, также имеют эти недостатки и во многих случаях путают понятия о древнем и современном размывах. Основываясь на таких данных, можно получить часто совершенно неправильное представление о действительных размерах современного размыва.

Еще хуже обстоит дело с вопросом о динамике роста размывов, в отношении которых больше всего имеется указаний в упоминавшихся дореволюционных работах по эрозии.

Сведения, приведенные в этих трудах, основываются не столько на непосредственных измерениях, сколько на данных опроса местного населения; к тому же эти материалы не относятся к какому-либо определенному виду современного размыва (донному и береговому), а касаются вообще размывов (действующих оврагов).

Первыми печатными материалами по сплошному развитию современного размыва на больших площадях были материалы исследовательских работ Тульской гидрологической экспедиции², давшей для большого района бывшей Тульской губернии довольно точную картину развития донного и берегового размывов и цифровой учет этих эрозионных образований.

Результаты работ этой экспедиции были опубликованы в специальных изданиях Тульского губернского земства³, среди которых

¹ Главным образом такие сведения собраны в работе В. Масальского «Овраги черноземной полосы Европейской России», 1897 г. и в книге Э. Керна «Овраги, их укрепление и облесение», 1894-1930, вышедшей несколькими (до 12) изданиями.

² Тульская гидрологическая экспедиция проводила свои работы под руководством автора этой книги на территории южной половины бывшей Тульской губернии с 1907 по 1911 г.

³ Изданными являются материалы по размывам водосбора рек Зуши, Плавы (верховья) и Красивой Мечи в пределах Тульской губернии (изд. 1912 и 1916 гг.); карты размыва по другим водосборам южнотульского края остались неопубликованными и хранятся в рукописном виде в отделе эрозии Всесоюзного научно-исследовательского института агролесомелиорации; здесь же собраны и все печатные карты, выпущенные Тульской гидрологической экспедицией.

наиболее важными являются карты размыва отдельных водосборов бывшей Тульской губернии, на которых условными обозначениями отмечены все встреченные в период обследования (1907-1911 гг.) береговые и донные эрозионные образования на гидрографической сети.

По некоторым районам (как, например, по водосбору р. Красивой Мечи) на основании этих карт были сделаны подсчеты числа отдельных видов размыва с распределением их по классам, что дает уже вполне ясное представление о количественной стороне процесса современного размыва на довольно большой территории центральной лесостепи.

Впоследствии (с 1923 г.) работы Тульской гидрологической экспедиции были дополнены работами Новосильской опытно-овражной станции, которые уточнили размеры различных видов размывов, встречающихся в сильно эродированных районах, и дали на основании специального измерения большой материал по динамике размыва¹.

Работы Новосильской опытно-овражной станции по изучению роста донных и береговых размывов являются единственными исследованиями в этом направлении, дающими материал, основанный на более или менее точных измерениях. В силу этого в последующем изложении нам придется при разборе количественных показателей размыва ссылаться, главным образом, на работы этих двух организаций, лишь частично привлекая материалы из других источников.

Современный размыв чаще всего проявляется в виде донного размыва, который наибольшего своего развития достигает в приречных глубоко расчлененных районах. Сплошная регистрация такого донного размыва (водотоков), проведенная в 1909-1911 гг. Тульской гидрологической экспедицией по водосбору р. Красивая Меча, в пределах бывшей Тульской губернии, на площади в 4908 км² дала цифровые данные протяжения водотоков различного класса в пределах указанного водосбора, которые приведены в таблице 4.

При общей длине всей гидрографической сети указанного водосбора в 7200 км донным размывом в этом водосборе было поражено 40,8% протяжения всей сети.

Если вычесть из общего протяжения сети длину ручьев и рек, текущих в руслах и составляющих 533 км, то получим величину в 6667 км протяжения типичной суходольной и лощинной сети, по от-

¹Эта работа выполнялась по заложенным постоянным топометрическим пунктам, позволявшим точно фиксировать ежегодный прирост отдельных эрозионных образований различного типа при определенных условиях рельефа и наличии тех или иных естественных и искусственных факторов размыва.

ношению к которой донный размыв будет составлять 44%. Из таблицы 4 также видно, что площадь, занимаемая самими донными размывами (водотоками), составляет 17,2 км², или около 0,4% всей обследованной площади водосбора р. Красивой Мечи.

Таблица 4

Донный размыв

(Развитие водотоков донных размывов по водосбору р. Красивая Меча в пределах бывшей Тульской губернии¹)

Класс	Средняя ширина водотока, м	Среднее поперечное сечение водотока, м ²	Общая протяжение водотоков, км	Общая площадь, занимаемая донным размывом (водотоком), км ²	Объем выноса грунта донным размывом (объем водотока), тыс. м ³
I	2	1	605,9	1,21	605,9
II	3	2	718,0	2,15	1436,0
III	6	8	1015,2	6,09	8121,6
IV	12	26	499,2	5,99	12979,2
V	18	50	97,1	1,65	4855,0
VI	24	80	3,7	0,09	296,0
Итого			2939,1	17,18	28293,7

Объем вынесенного донным размывом грунта равняется 28293 тыс. м³, что на 1 км² площади водосбора составит 5600 м³, или 56 м³ на 1 га водосбора.

Так как в указанном водосборе донному размыву подвержено лишь 80% водосборной площади, то отсюда можно видеть, что по отношению к водосборной площади, непосредственно подверженной донному размыву, объем всего вынесенного грунта при донном размыве на 1 км² такой площади составляет 7200 м³, или 72 м³ на 1 га.

При рассмотрении развития берегового размыва потому же водосбору р. Красивой Мечи будем иметь величины, приведенные в табл. 5².

По отношению к общей величине водосборной площади³ площадь, занимаемая береговым размывом, составляет 0,1% и по сравне-

¹При регистрации донных размывов водотоки классифицировались не только по размерам, но также и по степени их задернованности; протяжение водотока отдельного класса определялось измерением по топографической карте.

²Береговые промоины классифицировались по их объему, определяемому по средней длине, ширине и глубине, причем при регистрации выделялись промоины, обнаженные и задернованные.

³В данном случае мы вычисляли площадь берегового размыва по отношению ко всему водосбору, в котором есть участки как подверженные береговому размыву, так и лишенные его.

нию с донным размывом (0,4%) она в 4 раза меньше его. Объем выноса грунта из береговых промоин составляет 18 м³ на 1 га водосбора, т. е. в 3 раза меньше объема выноса из донных водотоков.

Таблица 5

Береговой размыв по водосбору р. Красивая Меча

Класс берегов промоин и рвов	Тип промоин	Длина, м	Ширина, м	Глубина, м	Средний размер занимаемой площади, м ³	Средний объем, м ³	Общее число промоин	Длина всех промоин, м	Общая площадь, занимаемая промоинами, м ²	Объем всех промоин, тыс. м ³
I	Вытянутая	10	2	1	65	60	11842	35,5	0,770	710,5
II	Вытянутая	30	4	2	135	200	5800	118,0	0,797	1180,0
	Короткая	10	6	4						
III	Вытянутая	40	6	4	270	600	1829	57,0	0,519	1139,4
	Короткая	20	10	5						
IV	Вытянутая	60	8	6	540	1800	941	47,4	0,508	193,3
	Короткая	40	12	6						
V	Вытянутая	120	12	6	1600	5400	334	30,1	0,534	1803,6
	Короткая	60	24	6						
VI	Вытянутая	240	20	8	4800	18000	82	19,7	0,394	1476,0
VII	Вытянутая	460	30	8	14000	56000	14	6,4	0,196	784,0
Итого							20942	314,1	3,718	7286,8

По определениям, сделанным Тульской гидрологической экспедицией, площадь, где встречаются донный и береговой размывы, занимает примерно 72% всего водосбора Красивой Мечи, на остальных же 28% водосбора береговой размыв отсутствует.

Если отнести указанную в таблице цифру площади берегового размыва лишь к той части водосбора, на которой развит этот размыв, то и тогда площадь, занимаемая береговым размывом, повысится лишь на сотые доли процента.

Сложив вместе процент площадей, занимаемых донным и береговым размывом, мы получим общий процент площади, занимаемой современными размывами, равный 0,5.

Цифра эта является невысокой, далеко не достигающей тех больших величин, которые приводятся в различных статьях и работах, касающихся распространения так называемых оврагов. В рассматриваемом районе Красивой Мечи учитывалась довольно значительная площадь

водосбора, на которой имелись участки различной степени размывости, вплоть до совершенно лишенных как донного, так и берегового размывов. Таких лишенных размыва площадей значилось 12-15%.

Новосильской опытно-овражной станцией было в дальнейшем произведено более точное измерение размывтой площади на занимаемой станцией территории, представляющей собой участок около 600 га, сильно испещренный донным и береговым размывами. Общая площадь таких размывов составила здесь (на площади двух суходолов) 4,6% и 5,5% общей площади водосбора. Эти цифры для центральной лесостепной полосы могут считаться почти максимальными, и мы полагаем, что более 6% они, пожалуй, редко будут встречены в пределах этой зоны, и то лишь в случае отнесения площади размывов непосредственно к той части водосбора, где этот размыв развивается¹. Если относить, размыв к сколько-нибудь значительному водосбору, примерно 2-3 тысячи км², где могут быть участки сети совершенно без размыва, то вряд ли площадь размывов превысит цифру 0,6-0,7%. В силу этих данных следует крайне осторожно относиться к высоким цифрам размывости территории, имея всегда в виду, что к площади, непосредственно занимаемой размывами, причислилась обычно в таких случаях и окружающая их площадь древней гидрографической сети, а иногда и одна последняя. Происходило это от того, что под понятие «овраг» относили не только современные размывы (донные и береговые), но и всю площадь гидрографической сети, а так как эта сеть занимает часто в крутых, глубоко расчлененных районах площадь от 10 до 15% (а иногда даже и 30%), то станет вполне ясным источник тех высоких цифр современной овражистости, о которых только что упоминали и которыми нередко и в настоящее время многие продолжают пользоваться для доказательства широкого распространения вредоносных «оврагов».

Этим мы не утверждаем, что в глубоко расчлененных районах европейской части Союза ССР не может быть более высоких цифр размыва, чем указанные выше. Они, конечно, могут встретиться, но лишь на

¹Для сильно эродированных земель колхозов Днепропетровской области (по правобережью Днепра) А. П. Шапошников приводит процент площади, занимаемой размывом (донным и береговым) 4,5% (Майорка) и 9,5% (Мишуриг); последняя цифра является явно преувеличенной и включающей в себя части берега гидрографической сети на участках лощин с водотоком, занявшим все дно.

(А. П. Шапошников. Процессы смыва и размыва в районе правобережья среднего Днепра, журн. «Советская агрономия». № 10, 1940 г.).

сравнительно ограниченных участках общего водосбора водной артерии. Относя же площадь современных размывов к какому-либо большому водосбору¹, хотя бы и глубоко расчлененному (свыше 20-25 тыс. га), мы почти никогда не получим больших процентов размывной площади.

Во всех работах по «оврагам» как дореволюционного периода, так и в большинстве работ более позднего периода, площадь гидрографической сети в той или иной степени причислялась к размывам, и это причисление разными исследователями проводилось по-разному. В одних случаях к размывам причислялась лишь сеть, рассекаемая современным размывом, в других – не только последняя, но и сеть неразмывная, расположенная выше размывной; отсюда уже видно, как трудно по таким материалам представить действительные размеры современного размыва.

Рассмотрим несколько подробнее цифры, приведенные в таблицах 1 и 2, иллюстрирующие развитие современного размыва в пределах водосбора р. Красивой Мечи, являющегося очень типичным и притом сильно эродированным районом центральной лесостепи.

Если подсчитать протяжение всех береговых промоин, представляющих собой современное удлинение водоотводящей сети, то общая добавочная величина такой сети выразится цифрой 317,8 км на всю площадь водосбора, равную, как уже указывалось, 4908 км², что при общей длине всей сети (с реками) в 7200 км составит 4,3% длины промоин, которые и будут являться добавочным расчленением территории, происшедшим с начала усиленной распашки территории. От такого удлинения сети должна усиливаться и интенсивность стока поверхностных вод, благодаря более коротким путям своего прохождения по распаханым склонам к близлежащим звеньям сети.

Указанный процент современного удлинения сети от берегового размыва является, конечно, средним для всего водосбора, часть которого (до 28%) остается неохваченной береговым размывом; поэтому на отдельных участках водосбора, наиболее подверженных береговому размыву, цифра удлинения сети будет значительно выше, доходя здесь до 16-17%². Такой процент можно считать, пожалуй, наивыс-

¹Главным образом, в пределах водосбора суходольного звена, примыкающего к высокому побережью большой речной артерии.

²Последняя цифра исчислена на основании следующих соображений: площадь водосбора, где имеет место береговой размыв, составляет, по нашим измерениям, 72% общего водосбора (т. е. 3530 км²); на этой части водосбора $\frac{2}{5}$ его, (т. е. 1410 км) представлено площадью весьма сильного размыва, где развиты полностью промоины свыше IV класса и почти $\frac{2}{3}$ общего числа промоин I-III класса; протяжение первой группы промоин (IV, V и VI класса), составит (по данным таблицы) 103,3 км, протяжение же $\frac{2}{3}$ числа промоин I, II и III класса – 140 км, а тех и других вместе 243,3, что к площади 1410 км² составит свыше 17%.

шим для центральной лесостепи пределом современного удлинения сети за счет развития берегового размыва¹.

Небезинтересными являются цифры, показывающие распределение современных размывов (донных и береговых) по степени задернованности их боковых откосов (стенки); для донного размыва водосбора р. Красивой Мечи мы имеем такие отношения: из общего протяжения водотоков в 2939 км на долю водотоков почти сплошь задернованными откосами (т. е. остановивших свой рост) приходится 31 % водотоков, частично прекративших рост (с частью задернованными откосами), – 49% и на долю сильно растущих (с почти сплошь оголенными откосами) – 20%. Иначе говоря, более 1/3 протяжения донного размыва продолжает свой рост.

Распределение береговых промоин и рвов по степени их задернованности дает такую картину:

береговых промоин и рвов почти сплошь задернованных – 11%;
частично задернованных – 50%;
нездернованных (с обнаженными откосами) – 39%.

Отсюда видно, что задернованных береговых промоин и рвов значительно меньше, чем донных водотоков, что стоит в связи с большей высотой откосов (большой глубиной) береговых размывов, создающих меньшую их устойчивость и большую податливость обвалам при малейшем подмыве.

Для Валуйского района, Курской области, получены такие показатели задернованности размывов: сплошь задернованные размывы составляют 43%, частью задернованные – 41%, нездернованные (со сплошь обнаженными откосами) – 16%.

В силу того, что в данном районе преобладают главным образом донные размывы, эти цифры следует сравнивать с приведенными цифрами по донному размыву р. Красивой Мечи. Сделав такое сравнение, можно увидеть, что растущие размывы (донные) для Валуйского района (на 80 км протяжения гидрографической сети) составляют 56%, для р. Красивой Мечи (на протяжении 7200 км) 69%, т. е. более половины донных размывов являются в обоих случаях растущими размывами.

¹Н. Я. Оринич в своей работе по эрозионному обследованию Валуйского района, Курской области, дает более высокую цифру современного удлинения сети – 75%, которая является неправильно вычисленной, так как в нее им включено протяжение и береговых промоин и водотоков, расположенных по дну древней сети, последние же как находящиеся в пределах сети, не дают добавочного ее удлинения. В силу слабого развития в Валуйском районе берегового размыва добавочное удлинение сети будет здесь значительно ниже, чем по Красивой Мечи.

Теперь необходимо рассмотреть динамику размыва, выяснение годичного прироста его в длину, ширину и глубину, в также прироста по площади.

К сожалению, для выяснения этих вопросов имеются лишь материалы исследований Новосильской опытно-овражной станции. Указания о росте размывов, встречающиеся в работах дореволюционного периода, представляют собой крайне отрывочные сведения, основанные на случайных и малодостоверных данных. Кроме того, в этих сведениях нет указаний, к какому эрозионному объекту относятся сведения (донному или береговому); цифры характеризуют преимущественно линейный рост размыва и редко плоскостной.

Исходя из этого, мы лишь вкратце остановимся на таких материалах, главное же внимание уделим цифрам, полученным в результате специальных исследований Новосильской опытно-овражной станции¹.

Методика измерений прироста размывов на Новосильской опытно-овражной станции была принята следующая: изучаемый объект (береговой ров или донный водоток) остолблялся по всему периметру, от-

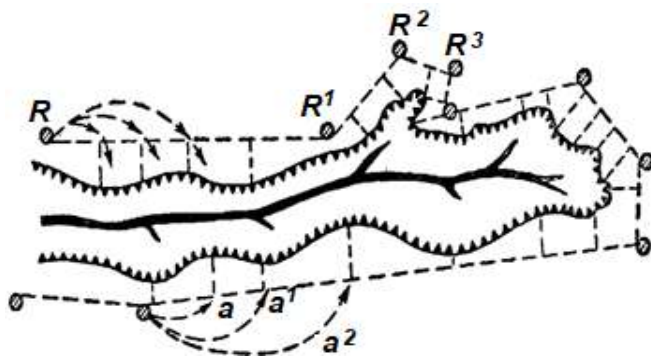


Рис. 135. Один из способов определения прироста размывов R , R^1 , R^2 – постоянные топометрические репера (столбы, врытые в землю):

$R - R^1 - R^2 - R^3$ – шнур, протянутый по внутренней стороне реперных столбов;
 a , a^1 , a^2 – промер от репера до пикета

последние периодически относились в сторону от бровки, с соответствующей отметкой в полевом журнале происшедшего изменения в окружной меже.

ступив от краев (бровки) откоса на 1-2 м, после чего (рис. 135) окружная межа снималась на план.

При измерении прироста между соседними столбами (устанавливаемыми на каждом резком разгибе бровки) протягивался шнур и от этого шнура с помощью прямоугольного лекала определялось расстояние (по перпендикуляру) до края бровки.

При близком подходе бровки откоса к линии, соединяющей соседние столбы, по-

¹Исследования эти проводились научными сотрудниками станции А. Д. Ивановским и Д. И. Тимофеевым.

Измерение прироста в глубине делалось нивелировкой по зафиксированным профилям, располагаемым вблизи постоянного репера.

Эрозионные объекты на территории Новосильской станции измерялись как при отсутствии, так и при наличии мелиоративных воздействий.

Для некоторой части размывов измерения делались почти ежегодно, для других периодически, через 3-5 лет.

Как показали наблюдения этой станции, плоскостной годичный прирост донного размыва зависит от величины водосбора и крутизны дна лощины: чем больше водосбор и круче дно, тем прирост больше. В среднем за 10 лет он составляет 37,8 м² с колебанием от 21 до 151 м². Линейный же годичный прирост водотоков равняется в среднем 2,1 м (с колебанием 0,7-7,7 м).

Плоскостной береговой размыв имел меньшие колебания, в зависимости от величины площади водосбора, перехватываемой искусственной границей землепользования, подходящей к береговому рву. В среднем он составлял 24,4 м² с колебанием от 1,5 до 58 м², причем везде рост в длину значительно обгонял рост в ширину; рост же в длину (линейный прирост) в среднем равняется 1,6 м с колебанием от 0,3 до 7,4 м, т. е. почти одинаковый с донным.

Изменение по годам прироста берегового размыва в длину и ширину представлено в таблице 6.

Таблица 6

Динамика берегового размыва

Год	Линейный прирост за год		Прирост в ширину за год	
	м	% от общего линейного прироста за 10 лет	м	% от общего прироста в ширину за 10 лет
1922	13,2	37,5	4,7	66,0
1923-1925	1,0	3,0	1,4	19,0
1925-1928	7,8	22,0	0,2	3,0
1927	0,8	2,0	0,0	0,0
1928	4,9	14,0	0,5	8,0
1929	1,0	3,0	0,2	3,0
1930-1932	6,5	18,5	0,1	1,0
Итого за 10 лет	35,2	100,0	7,1	100,0

Из данных таблицы 6 видно, что прирост берегового размыва в ширину значительно меньше прироста в длину.

Углубление дна водотоков идет преимущественно у его вершины (перепада) на расстоянии 5-40 м; ниже 30-40 м от перепада дно или остается неизменным, или несколько повышается после прохода вод от осыпания крутых стенок.

Такое же явление имеет место у береговых размывов, у которых углубление дна идет на расстоянии 3-15 м от конечного перепада. По направлению к устью дно промоин иногда периодически повышается (на 20-80 см) за счет того же осыпания боковых стенок.

Береговые промоины и рвы, расположенные на снеготаянимых склонах, в снежные зимы засыпаются почти до краев снегом. При весеннем снеготаянии завалы снега в промоинах дают большую осадку, причем осыпающийся с южных боков (при переменном оттаивании и замерзании) грунт образует поверх сугроба плотную покрывку, по которой долгое время может течь вода. Часто в таких случаях вода подтекает под сугроб и, ища выхода, устремляется в разные стороны, вызывая подмывы и обвалы боков в местах преграждения потока какой-нибудь временной или постоянной перемычкой. Такая перемычка может являться причиной усиленного подмыва и углубления берегового рва.

Для сравнения приведем данные по динамике размыва (табл. 7),
Таблица 7

Динамика берегового размыва (по литературным данным)

Район	Область	Годовой прирост (в м)	Промежутки между наблюдениями (в годах)
Елецкий	Орловская	0,5	30
Дмитровский	Курская	0,4	20
Старо-Оскольский	Курская	4-6	10
Ульяновский	Ульяновская	2-4	25
Сызранский	Куйбышевская	2,0	2
Сердобский	Саратовская	0,6	10
Пензенский	Пензенская	0,8-3,5	13
Васильевский	Татарская АССР	3,0	25
Кролевецкий	Сумская	5,0	24
Лубенский	Полтавская	1,2	9
Каневский	Киевская	1,5	2
Уманский	Кировоградская	1,5	39
Кировоградский	Кировоградская	4,0	60
Кишиневский	Кишиневская	3,2	23
Артемовский	Сталинская	0,6	25

взяты из некоторых литературных источников дореволюционного периода¹.

Их таблицы 7 видно, что годовой линейный прирост размывов по сведениям, полученным различными наблюдателями в различных местностях европейской части СССР, колебался от 0,4 до 6 м, в среднем приближаясь к величине около 2 м в год, что близко подходит к цифрам прироста, вычисленного по данным измерений Новосильской станции. Указания о более значительных приростах (около 4-5 м) должны быть, по-видимому, отнесены к случаям, связанным с редким большим ливнем, вызвавшим появление размыва какой-нибудь дороги или вытянутой межи по склону.

Возраст современных размывов

Приняв в основу наших вычислений приведенные цифры прироста современных размывов, можно установить, сколько лет пошло на образование размыва того или иного размера.

В данном случае приходится пользоваться лишь показателями, относящимися к развитию берегового размыва как объекту, вполне изолированному и легко измеряемому по всему периметру. По приросту донного размыва это установить трудно, так как обычные водотоки имеют неопределенную протяженность по дну гидрографической сети и здесь часто нижележащий размыв может вклиниваться в вышележащий, не оставляя в этом последнем никакого следа, что затрудняет точное выявление начальной и конечной стадии отдельного размыва.

Ежегодный линейный прирост береговых рвов и промоин в среднем равняется 1,6 м (наибольший годовой прирост составлял 7,4 м, наименьший 0,7 м)².

¹В данной таблице приведены преимущественно материалы, изложенные в книгах В. Масальского «Овраги черноземной полосы России», 1897 и Э. Керна «Овраги», причем в таблицу выбирались лишь такие данные, которые имели определенные указания на промежуток времени между началом и концом наблюдений.

Используя эти данные, необходимо учитывать указанную нами трудность установления по этим материалам вида размыва (донного и берегового) и субъективный характер оценки прироста размыва. (Прежние уезды и губернии приурочены к современному административному делению – по районам и областям.)

²Приводимые цифры прироста донного размыва на территории Новосильской опытно-овражной станции относились исключительно к коротким донным размывам, расположенным в устьевой части небольших боковых лощин. За вершиной такого размыва шло ровное дно, это и давало возможность точно фиксировать начальный и конечный пункт развития донного размыва.

Если взять из данных табл. 5 два наиболее типичных класса береговых промоин, распространенных в водосборе Красивой Мечи, II класс береговых промоин со средней длиной 20 м ($\frac{30+10}{2}$) и V класс со средней длиной 90 м ($\frac{120+60}{2}$) разделить эти величины на средний прирост, то получим, что для развития промоины II класса требуется в среднем 12 лет, а для промоины V класса – 56 лет. Если вычислять возраст (период роста) тех и других промоин исходя из размера наименьшего годового прироста (0,7 м), то для развития промоины II класса потребуется максимум 43 года, а для промоины V класса – 128 лет; это будет почти предельная продолжительность роста берегового размыва.

Наиболее короткий период роста для II класса 3 года, для V – 12 лет.

По плоскостному приросту средний возраст промоины II класса исчисляется в 5 лет, промоины V класса – в 66 лет.

Последняя цифра близко подходит к возрасту промоины того же V класса, определенного по линейному приросту (56 лет).

Из этих данных можно видеть, что возраст берегового размыва не превышает 70 лет. Это как бы тот период, который является почти предельным промежутком времени для развития берегового размыва, так как после этого береговой размыв почти прекращает свой рост. На это также указывает очень слабое развитие промоин размером свыше V класса, равно как и числовые соотношения береговых промоин различного класса по водосбору Красивой Мечи, приведенные в таблице 2. В таблице указано, что из 21000 береговых промоин на промоины размером свыше V класса приходится лишь 96 штук, главную же массу их составляют промоины первых двух классов (11842 и 5900), т. е. самые малые. В этих именно размерах преимущественно и проявляется в данном районе береговой размыв.

Все эти выводы станут вполне понятными, если принять во внимание, что береговые промоины и рвы¹, связанные почти везде с концентрацией стекающей воды искусственными границами землепользования, не могут развиваться беспредельное число лет, потому что с их развитием одновременно должна уменьшаться их водосборная площадь, а, следовательно, и подток воды, который влечет за со-

¹Здесь имеются в виду, главным образом, большие береговые рвы, вызванные границами землепользования, но отнюдь не промоины, вытянутые вдоль дорог по дорожным кюветам, могущие иногда достигать большой длины. Такие промоины встречаются довольно редко и не являются основным (массовым) типом берегового размыва.

бой постепенное уменьшение, а затем и прекращение роста промоины не только в ширину, но и в длину.

Изложенное свидетельствует о том, что обычные береговые рвы и промоины, если они являются действительно береговым эрозионным образованием¹, не могут быть (даже и в сильно эродированных районах) длиной более 200-250 м (длина наивысших классов береговых промоин). Обычно максимальная длина больших промоин в центральной лесостепи бывает в пределах 100-150 м, занимая в таких случаях примерно 1/3 протяжения склона по линии тока². Такая длина их определяет период роста в 50-60 лет.

Все это указывает на то, что береговой размыв представляет собой эрозионное явление сравнительно недавнего происхождения (конец прошлого столетия), когда земельная территория подверглась усиленному дроблению, вызвавшему появление густой канализационной сети границ землепользования – этого главнейшего стимула развития берегового размыва.

Что касается возраста донного размыва, то имея в виду почти тот же его линейный прирост, что и у берегового размыва, можно сказать, что глубокие растущие водотоки в коротких боковых отворшках, видимо, образовались не ранее 30-50 лет назад. При определении начала роста донных размывов в более низких звеньях сети (лощино-суходольных и суходольных) необходимо учитывать, что развитие этих образований в глубоко расчлененных районах связано с размером распаханной площади на водосборе того или иного звена. Начало развития донных размывов в низких звеньях сети должно быть отнесено к первым годам перевода девственных залежей и лесов в полевые пахотные угодья.

По данным исследования Тульской гидрологической экспедиции, собравшей материалы о наличии залежей и лесов во время генерального межевания (1785 г.) выяснилось, что довольно значительная часть водосбора рек Красивой Мечи и Зуши там, где сейчас пашня, находилась в 1785 г. под залежью и лесом; можно поэтому с некоторой долей вероятности сказать, что развитие донного размыва в воз-

¹Береговой размыв трудно отличить от размыва донного в том случае, когда последний, развиваясь по короткому боковому отворшку, захватывает полностью все дно и большую часть берегов этого отворшка.

²Протяжение склонов по линии тока в эродированных районах колеблется в пределах 400-800 м.

вышенной части центральной лесостепи началось лет 150 назад и с этого момента неизменно прогрессивно увеличивалось, следуя за расширением пахотных земель за счет лесных и залежных площадей.

Водотоки, как и береговые промоины и рвы, растут преимущественно (и в длину и ширину) в своих верхних частях, по мере же движения к нижним, устьевым частям небольшой прирост наблюдается главным образом в ширину, вследствие этого откосы водотоков и береговых промоин начинают принимать угол естественного откоса и постепенно покрываться травянистой растительностью, а на участках, прекративших прирост в ширину и глубину, иногда заселяться и лесной растительностью¹. За последний период, помимо замедления роста в устьевых частях, в некоторых местностях наблюдается и остановка роста береговых промоин в вершинах. Это нами было установлено при повторных наблюдениях в одних и тех же местах над одними и теми же промоинами. К сожалению, этого положения пока нельзя доказать цифровыми показателями, хотя оно для многих районов центральной лесостепи очень характерно. Некоторое подтверждение этому явлению имеется в цифровых данных годового прироста береговых рвов на Новосильской станции за последние годы. Возможно, что такое замедление роста промоин связано с сильным сокращением в период коллективизации существовавшей густой сети границ единоличного землепользования, а также проведением за последнее время на больших площадях в колхозах и совхозах зяблевой вспашки, снижавшей поверхностный весенний сток.

ПРОЦЕССЫ СМЫВА

Уничтожение девственной растительности и распашка поверхности повлекли за собой не только усиление интенсивности и концентрации стока поверхностных вод и связанное с этим развитие донного и берегового размывов гидрографической сети, но и появление процессов смыва рассеянными струйками воды частиц почвы и грунта.

Если для развития размыва при соответствующей крутизне рельефа необходимым условием было во многих случаях лишь уничтожение лесной растительности и перевод лесного угодья в луговое, то

¹Первыми лесными растениями на откосах донных и береговых размывов обычно бывают в лесостепной зоне береза, осина и козья ива, на юге и юго-востоке – терн и боярышник.

для возникновения смыва при той же крутизне рельефа непременным условием должно быть наличие распаханной поверхности. Это объясняется тем, что растительный покров ликвидирует смыв своими надземными органами и замедляет скорость текущей воды, задерживает несомый водой почвенный ил (кольматаж), изолирует текущие по поверхности водные струи от соприкосновения с частицами почвы. Однако при наличии распашки и большого уклона поверхности для развития процесса смыва еще необходимо такое состояние поверхности, при котором могло бы усиливаться разрушение почвы, стекающей водой и перенос ее частиц с верхних пунктов на нижние.

Если бы расположенная на склоне, взрыхленная, почва представляла собой ровную поверхность, без впадин и углублений, вытянутых вдоль склона, то для выноса с нее струйками воды мелких частиц создавалась масса всевозможных препятствий в виде больших и малых комочков земли, больших и малых углублений и ямок, которые замедляли бы скорость стекания этих струек и уменьшали их живую силу.

При таком состоянии поверхности земли смыв почвы мог бы происходить лишь при наличии большого уклона, дающего возможность преодолеть этим струйкам указанные препятствия и сконцентрироваться в более мощные ручьи. Наблюдения за стоком весенних вод показывают, что при наличии ровной пахотной поверхности большого смыва почти нигде не бывает. Если при проведении пахоты создаются разъемные борозды и свальные гребни (рис. 136), то мелкие струйки стекающей воды скопляются по бороздам и быстро переводятся в большие потоки, легко преодолевающие препятствия (комочки земли и углубления) и развивающие быстрое течение не только в продольных разъемных бороздах, но и по бороздам других направлений, лишь бы только они создавали хотя бы небольшой уклон по своему дну. Создавшаяся таким путем большая струя воды, протекая по вытянутым бороздам и углублениям, вызывает усиленный смыв почвы по дну и бокам борозды, обуславливающий образование по дну мелких размоин, расширяющихся и углубляющихся к низовью пахотного склона. Такой мелкоструйчатый размыв почти всегда можно наблюдать на распаханной поверхности после прохода сильных дождей и стока снеговых весенних вод (рис. 137).

При последующей распашке эти размоины обычно запахиваются, однако разъемные борозды от этого не только не исчезают, а наоборот, вследствие наличия по их дну размоин, еще больше углуб-

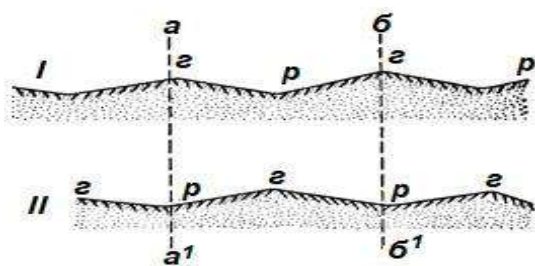


Рис. 136. Образование свальных гребней и разъемных борозд на склоне при загонной пахоте:

I – пахота вразвал; *II* – пахота всвал;
 aa^1bb^1 – границы пахотных загонов; *г* – свальные гребни; *п* – разъемные борозды

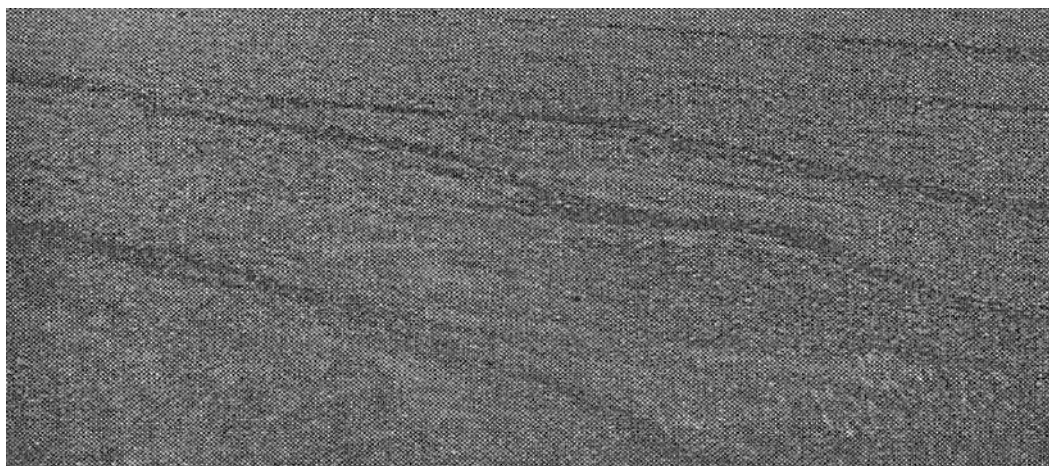


Рис. 137. Смыв почвы на пахотном склоне (территория Новосильской опытно-овражной станции. С фото Н. Я. Оринича)

ляются, создавая этим снова благоприятны условия для концентрации мелких струй и вторичного образования еще более глубоких размоин.

Процесс смыва в обычных условиях распашки склонов представляет собой поэтому мелкоструйчатый (ручейковый) размыв, приуроченный к понижениям, образующимся в результате плужной обработки почвы.

При повторяющейся из года в год запашке таких растущих размоин почва все более и более удаляется, сначала со дна углубления, а затем и с его боков. Поверхность пашни испещряется сетью различной глубины ложбин, придающих склону гофрированный вид, на котором участки, лишенные почвы, чередуются с участками, имеющими пониженную мощность гумусового слоя. При наличии большого уклона вся такая поверхность лишается почвенного гумусового слоя, обнажая сплошь подпочву и подстилающую коренную породу. В этих случаях площадь склона, рассекаемая сетью мелких ложбин, может еще и не препятствовать проходу по ним обрабатывающих орудий. О таком состоянии поверхности обычно говорят, что она подверглась смыву той или иной интенсивности, тогда как в сущности эрозионный процесс

прошел здесь, как это видно, две стадии: мелкоструйчатого размыва по дну и собственно смыва почвы с боков разъемных борозд и впадин.

В дальнейшем при продолжающемся эрозионном процессе, мелкоструйчатый размыв может принять такие размеры, проявить свое действие на такую глубину, которые уже будут затруднять переход по ним сельскохозяйственных орудий. При этом состоянии поверхности поля размоины, оставаясь незапаханными, будут постепенно углубляться, переходя в настоящие промоины. Эрозионный процесс, начавшийся мелкоструйчатым размывом, перейдет тогда уже в настоящий процесс размыва склонов.

Такой процесс размыва склонов отличается от типичного берегового размыва, захватывающего преимущественно берега сети и часть прилегающего склона, не столько по форме конечного эрозионного образования (и там и тут будут находиться промоины различных размеров), сколько по происхождению и размещению промоин на водосборе.

Если образующиеся на пахотном склоне в результате развития мелкоструйчатого размыва промоины бывают обязаны постепенному углублению мелких размоин, возникших по дну склонов разъемной борозды в продольных углублений¹, то образование типичной береговой промоины обязано преимущественно перехвату какой-либо искусственной границей землепользования большого числа мелких струй, стекающих с вышележащей части склона и переводу их в большой поток, направляемый к какому-либо пункту берега гидрографической сети. Образующиеся на склоне промоины в результате развития мелкоструйчатого размыва не бывают единичными, а представляют собой серию параллельно расположенных по склону углублений; типичные береговые промоины не имеют группового расположения и могут быть разбросаны по берегу сети без всякого порядка, встречаясь очень часто даже в единственном числе, но всегда при этом приурочиваясь к какой-либо границе землепользования (рубежу, меже, дороге), проходящей к берегу сети (в последнем случае они имеют обычно грушевидную форму, часто с многочисленными разветвлениями в вершине).

Исходя из указанных выше условий развития смыва, интенсивность этого процесса можно характеризовать по таким внешним признакам.

¹Эти же борозды образуются при однообразной из года в год пахоте всвал или взразвал, а также при однообразной фигурной пахоте.

Смыв слабый характеризуется слабозаметной ложбинностью. на поперечном сечении склона в 100 м, ложбин бывает, но более 2-3 штук, мелкоструйчатый размыв редкий и заметен главным образом после сильных дождей и таяния снега. Особо резкой разницы в окраске почвы по сравнению с несмытой почвой приводораздельной части склона почти незаметно. Гумусовый слой почвы на склоне имеет мощность, сниженную не более чем на 10% по сравнению с мощностью его на водоразделе¹. Подобного рода смыв в большинстве эродированных районов европейской части СССР встречается на участках склона, имеющих уклон не более 3%.

Смыв средней силы встречается на более пониженных от водораздела участках пахотного склона, имеющих уклон от 3 до 5%. Ложбинность на таких участках ясно заметна, можно уже различить не менее 3-5 ложбинок на протяжении 100 м. размоины после больших дождей и полой воды появляются на пахотной поверхности довольно редко (через 20-30 м друг от друга). На паровых участках можно ясно различать единично разбросанные пятна с более светлоокрашенной почвой. Заметно некоторое снижение роста сельскохозяйственных культур. Мощность гумусового горизонта снижена на 10-30% по сравнению с водоразделом.

Смыв сильный развивается на участках склона, имеющих уклон 5-7%. Такие участки обычно располагаются на нижней трети пахотного склона, где можно обнаружить уже 5-10 ложбин на 100 м. Такая ложбинность препятствует нормальной работе сельскохозяйственных машин и орудий, в большинстве случаев затрудняя применение здесь тракторной обработки. Размоины после дождя и таяния снега сильно испещряют поверхность лощин (10-15 штук на 100 м), вызывая снижение гумусового слоя на 30-50%, и появление светлых пятен более чем на половине площади, с чем связано и резкое снижение роста сельскохозяйственных культур.

Смыв очень сильный, развивается на участках, прилегающих непосредственно к гидрографической сети, где уклон склона достигает до 7-10% и более. Такие участки бывают испещрены частой ложбинностью (более 10 ложбин на 100 м); появляющаяся же после стока поверхностных вод сеть размоин полностью не ликвидируется пахотой и частью поэтому остается, создавая этим искусственное расчленение пахотного участка склоновыми промоинами. На таких участках мощность гумусового горизонта снижается более чем наполовину, поэто-

¹При одинаковой развитости почвы и в том и в другом участке склона.

му окраска почвы на всем участке склона делается резко отличной от почвы на водоразделе, потому что в большинство случаев на поверхность здесь выступает или подпочва, или непосредственно покровная или коренная порода. Урожай сельскохозяйственных культур снижается до минимума, составляя в лучшем случае 1/3 нормального урожая, получаемого на водоразделе.

А. П. Шапошников, изучая развитие процесса смыва на довольно крутых склонах правобережья среднего течения Волги около Ниж-

Таблица 8

Классификация смывности пахотных склонов эродированных районов юго-востока РСФСР

Класс смывности склонов	Общая эрозионная характеристика площадей	Уклон, %	Средний размер ложбин (ширина, глубина, м)	Среднее расстояние между ложбинами, м	Процент площади, занятой ложбинами и промоинами	Сельскохозяйственная характеристика угодья
I	Отсутствие смыва (приводораздельные угодья)	Менее 2	-	-	-	Ровные распахан-ные участки
II	Площади со слабым струйчатым размывом и резкими мелкими ложбинами	2-4	4×0,15	20	20	Все ложбины и размоины распахиваются. Вся площадь используется под сельскохозяйственные угодья
III	Площади с частой ложбинностью	4-5	5×0,3	15	30	Некоторые ложбины остаются не распахан-ными появляются бросовые ложбины
IV	Площади с распространением промоинного размыва (ложбины с резким очертанием, превращающиеся в промоины)	7-12	5×0,8	12	40	Промоины образовавшиеся из ложбин, не проходима плугом и поэтому площадь остается нераспаханной, превращаясь в бросовую

ней Банновки в условиях широкого развития мало развитых щебенистых почв, залегающих на опоково-меловом коренном материале, покрытом небольшим лишь слоем покровной породы, предложил классификацию смывости почв, приведенную в таблице 8.

Данная в таблице 8 характеристика смывтых участков относится к склонам, имеющим большие площади мало развитых почв, в силу чего образование склоновых промоин здесь уже начинается при уклоне 4-5%, что при наличии покровной породы на склонах бывает лишь при уклонах свыше 7%.

Применяемая обычно почвоведомы классификация смывости почвы, основанная на измерении величины мощности гумусового горизонта в данном пункте и при сравнении ее с той же величиной на водоразделе, не всегда может отразить всей действительной картины формирования смывтой почвы. В зависимости от пункта изучения почвенного разреза (будем ли брать почву по дну ложбины или на гребне между двумя соседними ложбинами), будут получаться различные показатели смывости, не говоря уже о том, что в данном случае не всегда и почвенный разрез на водоразделе может служить эталоном для сравнения его с почвами на склоне. На водоразделе могут часто находиться участки с мало развитыми почвами, гумусовый горизонт которых имеет совершенно иные условия генезиса, чем у нормально развитых почв. Изучение лишь всего комплекса признаков, создающих процесс смыва, а особенно изучение объективных его показателей, может дать ясное представление об интенсивности развития этого процесса, что с производственной точки зрения будет иметь наибольшее значение.

Факторы развития смыва

Рассмотрев в основном ход развития процесса смыва, необходимо перейти к обзору тех факторов, которые способствуют усилению и ослаблению этого процесса.

На фоне основного фактора – распашки поверхности, в процессе развития смыва первенствующую роль играет уклон поверхности: чем уклон больше, тем смыв бывает сильнее. В природных условиях процесс этот, возникая из мелкоструйчатого размыва, всюду бывает тесно связан с расчлененностью поверхности мелкими углублениями, а потому и зависимость смыва от уклона является более сложной, в особенности при наличии расчленения поверхности пахотными загонами. В настоящее время из-за отсутствия пока достаточного опыта,

который может установить влияние уклона на смыв в природной обстановке, приходится руководствоваться лишь некоторыми ориентировочными данными, полученными в результате наблюдений различных исследователей, выявлявших зависимость развития вредоносного смыва от величины уклона.

В этом отношении стационарные наблюдения Новосильской станции и экспедиционные наблюдения, проведенные работниками Всесоюзного научно-исследовательского института агролесомелиорации и других учреждений, показали, что критической величиной уклона поверхности, при которой начинается вредоносный смыв, проявляющийся в развитии ложбинности склонов и удалении до 30-40% гумусового слоя, является (в среднем) уклон в 5% (около 3°).

Из этого, конечно, не следует, что смыв в более или менее резкой форме не может иметь места и при несколько меньших уклонах. В таких случаях развитие заметного смыва бывает обычно обязано или наличию каких-либо спорадических факторов большой силы, например большого ливня или интенсивного таяния мощного снежного покрова. Это может быть связано с особыми условиями использования территории (постоянное применение продольной пахоты или возделывание пропашных культур на крутом склоне и т. п.), вызывавшими усиленный смыв на участках склона.

Следует, однако, здесь отметить, что и указанная величина критического уклона может оказать свое влияние на развитие вредоносного смыва лишь при определенной длине и форме склона, ибо этими условиями будет предопределяться как общий расход всей массы воды, циркулирующей по склону, так и размер той ее части, которая должна на участке с критическим уклоном вызывать удаление с поверхности наиболее плодородного мелкозема.

Отсюда видно, что развитие смыва стоит в тесной взаимосвязи с формой, длиной и вертикальным профилем склона, что в свою очередь зависит от стратиграфического соотношения твердых и рыхлых коренных пород и связанной с ним мощности покровной плаща на различных участках склона.

Форма склонов различно отражается на развитии смыва.

При профиле выпуклом в нижней части (самым распространенном) (см. рис. 64 и 65) наиболее интенсивный смыв бывает развит на нижней присетевой части склона, где сосредоточиваются отрезки

наибольшей крутизны, воспринимающие к тому же и наибольшую массу стекающих вод.

При наиболее часто встречающихся здесь протяжениях линии тока в 500-700 м ширина полосы охватываемой сильно смытой части склона составляет около 150-200 м. Эти участки склона более всего бывают испещрены мелкими ложбинами, на них в наиболее резкой форме вырисовывается мелкоструйчатый размыв и наблюдается наименьшая мощность гумусового слоя почвы.

Профили с сильно выпуклой книзу кривой присущи таким районам, где коренные породы представлены сплошь рыхлыми, песчаными или песчано-глинистыми слоями (см. рис. 7, А и 65, 1), или же рыхлыми в верхней части и твердыми известняковыми или меловыми в нижней (см. рис. 65, 3).

В обоих случаях покровная порода развита по всему склону, причем если мы имеем дело с одной лишь рыхлой породой, то покровный (лессовый или лессовидный) план получает здесь особенно мощное развитие, усиливающееся к основанию склона. В этих случаях изменение в интенсивности смыва по элементам склона бывает связано исключительно с крутизной соответствующего элемента склона.

В тех районах, где имеется в верхних горизонтах рыхлая порода, а в нижних – твердая (см. рис. 7, В), мощность покровной породы находится в обратной связи с мощностью твердых коренных пород. При большом развитии твердых коренных пород покровный плащ может сойти почти на нет, создав на таких участках склона условия для развития мало развитых почв, усиливающих процесс смыва. В силу этого на таких именно склонах, хотя и имеющих выпуклый профиль, процесс смыва проходит уже под воздействием двух факторов, большого уклона и наличия мало развитых, податливых смыву почв.

Первого рода условия развития смыва являются наиболее распространенными, встречающимися почти во всех тех участках центрального возвышенного района лесостепи и соседних с ним районах, где коренными породами служат сплошь рыхлые песчано-глинистые отложения от каменноугольной до третичной системы включительно. Такой же ход развития смыва по склону имеет место и около верхних (лощинных) звеньев во всех других эродированных районах, где прилегающие к лощинам склоны имеют коренные породы, сплошь состоящие из рыхлых грунтов.

Второго рода условия наиболее часто встречаются в центрально-черноземном меловом районе (см. рис. 65, 5), где значительная часть склонов покрыта маломощной покровной породой, а остальная площадь совсем ее не имеет, создавая этим при выпуклой кривой профиля условия для развития сильно смытых почв, охватывающих при больших средних уклонах до половины длины склона.

При профиле, имеющем форму сильно сплюсненной кривой, близко подходящей к прямой линии¹, уклон поверхности бывает на всей длине склона почти одинаковым с небольшим его повышением к основанию. Теоретически можно предположить, что при одинаковом среднем уклоне склона, сравнивая прямой профиль с выпуклым внизу, последний должен иметь большую смытость в основании, чем первый, так как нижние участки выпуклого профиля имеют более значительный уклон. В действительности же процесс смыва здесь принимает иную картину, обусловленную вмешательством других факторов. Этими факторами являются: просачивание стекающей воды в грунт и потери ее на испарение; они уменьшают сток в том или ином размере, в зависимости от величины уклона отдельных отрезков части склона. При выпуклом профиле в верхней части склона сосредотачиваются обычно довольно большие (до 60-70%) площади с весьма пологим уклоном. Это вызывает значительное на этой части склона замедление скорости течения воды, а при взрыхленной поверхности – и ее застой, а отсюда и более усиленное поглощение стекающей воды почвой и повышенное испарение ее в атмосферу. В таких случаях часть стекающей воды не будет доходить до подножья склона и тем самым будет выключаться из той массы стекающей воды, которая может вызывать, смыв почвы в нижней части склона.

При прямолинейном профиле склона однообразный уклон почти по всей длине и притом значительно больший, чем уклон в верхней части выпуклого профиля, обуславливает более полный и более быстрый подток стекающей воды к нижней части склона, что влечет и больший по абсолютной величине вынос с этой части склона мелкозема. Процесс смыва здесь должен усугубляться наличием более повышенного среднего уклона склона, характеризующего более сплюсненные и прямолинейные профили.

¹Подобные профили приурочены к склонам, имеющим маломощный плащ покровной породы по всему склону.

В результате воздействия всех этих факторов при прямолинейном профиле вредоносный смыв будет охватывать большую по ширине площадь склона, чем при профиле выпуклой формы¹. Чаще всего такое развитие смыва наблюдается на склонах суходольных земель сети в центральной и восточной лесостепи и в центрально-черноземном меловом районе, нередко и у суходолов правобережья нижнего течения Волги и Дона.

Рассмотрим теперь профиль вогнутой формы со шлейфом у основания. Такой профиль большей частью имеют склоны, сложенные в верхней части из твердых и мало выветривающихся коренных пород, в нижней – из рыхлых, прикрытых в основании линзой покровного лёссового грунта (см. рис. 7, В и 65, 7). Подобное сочетание в строении коренной и покровной породы обычно обуславливает появление на верхней части склона на значительной длине крутого (более 5%) отрезка линии тока, а на нижней части более пологого (менее 5%) отрезка (шлейфа).

В таких случаях смыву подвержена преимущественно средняя, наиболее крутая часть склона; что же касается шлейфа, то, несмотря на значительно сниженный (по сравнению с вышележащей частью) уклон, смыв часто развивается, и на нем, притом в некоторых случаях даже довольно сильно, особенно при наличии на шлейфе остатков разъемных борозд. По этим остаткам можно наблюдать иногда не только смыв, но и размыв почвогрунта, хотя по расположенным рядом вне ложбин участкам смыва не только не бывает, но, наоборот, даже наблюдается отложение принесенного сверху почвогрунта. Объясняется это специфическими условиями расположения шлейфа в основании крутой части склона, где стекающая вода развивает большую скорость, усиливающуюся сверху вниз и по инерции сохраняющуюся на более пологой нижележащей части склона. Поступающая сюда вода, концентрируясь разъемными бороздами в большие потоки, развивает в таких бороздах значительную энергию, способную даже при малом уклоне, но при большой массе стекающей воды и большой воспринятой по инерции скорости вызвать не только смыв, но и размыв дна разъемных борозд. Та же вода, стекающая с крутого отрезка склона и поступающая на ровные, лишенные разъемных борозд участки, растекается тонким слоем и теряет (ввиду уменьшенного

¹Усиленное развитие смыва при прямолинейном профиле усугубляется также и почвенно-грунтовыми условиями, повышающими энергию смыва на нижней части этого профиля (см. ниже).

уклона на шлейфе) свою живую силу, обуславливая этим отложение несомого водой ила, подхваченного на вышележащей крутой части склона. Следовательно, в зависимости от того, куда попадает с крутого склона стекающая вода – на разъемные ли борозды или на ровные участки между этими бороздами, она может или развить усиленный процесс смыва (и даже размыва) по дну разъемных борозд, или вызвать отложение ила на ровных участках между бороздами.

Вторым немаловажным фактором развития смыва на пахотной площади является тип почвы и подстилающего грунта.

В отношении влияния физического и химического состава почвы на податливость ее смыву имеется за последнее время много лабораторных исследований и работ по изучению того же процесса в естественной обстановке с учетом условий залегания исследуемой почвы на том или ином элементе склона определенной экспозиции.

Вопросом связи процесса смыва с физико-химическими свойствами почв занимался проф. А. С. Вознесенский¹, который провел ряд опытов по изучению на монолитах смыва почв типа красноземов с одновременным определением физико-химических свойств. Им было установлено, что наилучшую связь с интенсивностью процесса смыва обнаруживают такие физико-химические показатели, как дисперсность, агрегатность, максимальная гигроскопичность, эквивалентная влажность и содержание гумуса.

Проф. Д. Г. Виленский для определения степени податливости почв смыву предложил ряд простых приборов, позволяющих непосредственно определять скорости размокания почвенных агрегатов и устойчивость их при размывании.

В табл. 9 приведены некоторые показатели, полученные почвоведом П. И. Шаврыгиным при изучении податливости смыву трех типов почв, наиболее распространенных в районе Новосильской станции.

Рассмотрим эрозионные показатели, приведенные в таблице 9.

Показатель дисперсности – это отношение количества частиц меньше 0,025 мм, определенных при микроагрегатном анализе без подготовки, к количеству тех же частиц, определенных при анализе с химической подготовкой.

Сумма $Al_2O_3 + Fe_2O_3$, определенная в валовом анализе², относится к полуторным окислам.

¹См. Соответствующие работы исследователей, приведенные в сборнике «Борьба с эрозией почв», изд. Акад. Наук, Москва, 1938 г.

²По Беннету, в сильно смываемых почвах это отношение бывает равно или больше двух.

Таблица 9

**Эрозионные показатели почв района
Новосильской опытно-овражной станции**

Показатели податливости почв смыву	Деградиро- ванный чернозем	Гемно-серый лесной су- глинок	Светло-се- рый лесной суглинок
Показатель дисперсности	0,63	0,75	0,92
Отношение кремнезема к полуторным окислам	4,90	6,20	10,40
Дисперсное отношение (по Миддльтону)	14,00	17,00	25,00
Отношение Миддльтона	1,90	1,70	1,60
Количество коллоидов	32,10	26,90	21,00
Максимальная гигроскопичность	9,64	8,08	6,31
Максимальная молекулярная влагоемкость	16,90	15,60	12,80
Эрозионное отношение	7,30	9,80	15,20
Содержание: гумуса азота	5,60	4,90	2,70
	0,32	0,26	0,14

Отношение ила и глины (сумма фракций 0,005-0,001 и меньше 0,001 мм), найденных в однопроцентной суспензии, подвергшейся двадцатикратному встряхиванию, к общему количеству ила и глины, полученному по международному методу, представляет собой дисперсное отношение¹.

«Отношение Миддльтона» – отношение коллоидов к эквиваленту влажности².

Количество коллоидов определяется путем деления максимальной гигроскопичности на коэффициент 0,3 (определенный Робинзоном).

Эрозионным отношением (Y) обозначается отношение произведения дисперсного отношения (a) на эквивалент влажности (b) к количеству коллоидов (c), $Y = ab/c$.³

Производя подобного рода определения, следует иметь в виду, что такими методами изучают свойства почвы в период нормального летнего ее состояния, когда имеется в виду воздействие на нее лишь

¹Для почв, легко подверженных смыву, это отношение колеблется от 20 до 40.

²Вместо эквивалента влажности бралась (Шаврыгиным) максимальная молекулярная влагоемкость. Для почв, подверженных усиленному смыву, «отношение Миддльтона» колеблется от 1,5 до 2,0.

³Для почв, подверженных смыву, эрозионное отношение колеблется от 2 до 8,7.

дождевой или ливневой воды. Однако в наших климатических условиях наиболее регулярный смыв почвы происходит главным образом при весеннем снеготаянии, когда почва в большей своей массе бывает еще замерзшей и только с поверхности оттаявшей. Оттаивание почвы с поверхности при наличии мерзлой подошвы обуславливает переход почвы в состояние жидкой «эмульсии» (жидкой грязи), при которой все почти ее крупные агрегаты расплываются. При таком состоянии почва подвержена смыву в несколько раз сильнее, чем при обычных условиях стока вод по незамерзшей поверхности.

Кроме того, не всегда изучение физико-химических свойств образца почвы, взятой без учета условий залегания ее на том или ином элементе склона, может дать правильное представление о фактической податливости смыву данного типа почвы. Необходимо помнить прежде всего о том, что не всякая почва, даже и расположенная на крутом склоне, может в естественной обстановке подвергаться смыву. Так, например, почва на водоразделе, какими бы физико-химическими свойствами она ни обладала, редко смывается, и только почва, расположенная в низовье крутого склона, будет в наибольшей степени подвержена смыву.

Несомненно, почвообразовательный процесс в низовье склона, где имел место постоянный подток большой массы воды с вышележащей площади, должен при создании данной почвы идти совершенно в ином направлении, чем на водоразделе, где такого подтока не было. Почва в низовье склона как бы приспособлялась к условиям избыточного прохода по ней стекающих вод. На основании этих соображений можно утверждать, что мало определить физико-химические свойства того или иного типа почвы, безразлично где бы такая почва ни находилась, надо давать эти эрозионные показатели преимущественно для почв, находящихся в местах, наиболее опасных в отношении смыва, потому что только для таких почв эти показатели будут иметь производственное значение. В общем же можно сказать, что смыв усиливается от почв, богатых гумусом, – черноземов к темно- и светло-серым лесным и подзолистым суглинкам, к почвам, наиболее обедненным гумусом и поэтому наиболее податливым смыву.

Наглядно также выявляется значительное снижение смываемости почв, залегающих на песчаных субстратах, по сравнению с почвами, залегающими на покровных лёссовых или лёссовидных породах.

Замечается очень большая податливость смыву карбонатных черноземов и темно-серых лесных земель, залегающих или непосредственно на коренных меловых и мелоподобных породах или на их элювии, покрытом небольшой прослойкой лёсса или лёссовидного суглинка. В этом отношении меловые районы центрально-черноземной полосы (например, районы Воронежской области – Буденновский, Алексеевский и Курской области – Валуйский) являются особенно показательными по громадному развитию смытых земель. Развитие их можно наблюдать даже и на таких склонах, на которых имеются большие лесные площади, обычно являющиеся хорошими противоэрозионными буферами, а здесь часто не могущие полностью защитить нижележащую пашню от смыва¹. В таких местностях на склонах достаточно одного оборота пласта, чтобы вывернуть наружу меловую подпочву, которая немедленно подвергается усиленному смыву.

Аналогичную картину представляют собой малоразвитые почвы, залегающие на коренных, трудно выветривающихся породах. Оборот пласта таких почв вызывает обнажение коренного элювия и усиленный его смыв, с чем связано большое развитие смыва на верхних отрезках склона вогнутого профиля, значительная крутизна которых, непосредственно воздействующая на смыв, кроме того, усиливается наличием малоразвитых почв. Примером такого рода очагов смытых почв могут служить многочисленные склоны суходолов Центрального Донбасса и правобережья среднего течения Волги.

Большое значение для развития смыва имеет не только тип, но и состояние влажности почвы в период стока поверхностных вод. Наблюдениями за процессом эрозии в гористых территориях уже давно было подмечено, что ливни, выпадающие на почву, предварительно сильно увлажненную, вызывают гораздо больший ее смыв, чем ливни, выпадающие на сухую почву.

Еще большее значение для развития смыва имеет состояние почвы в период весеннего снеготаяния и стока.

Наши наблюдения, произведенные на Новосильской станции в 1923-1925 гг., показали, что наибольший весенний сток вод обычно проходит в такой период, когда под небольшим слоем оттаявшей с поверхности почвы залегают большой слой мерзлой водонепроницаемой почвы. В это время поверхностный слой почвы представляет со-

¹Здесь процессы смыва еще более усиливаются интенсивным стоком вод от снеготаяния больших снежных сугробов, скапливающихся у опушек леса, расположенного на склоне (особенно солнечной экспозиции).

бой сильно разжиженную снеговой водой почву, способную смываться даже небольшими струйками стекающей воды. Стекающая снеговая вода, проходя по пахотному склону, как бы слизывает всю лежащую на мерзлой земле разжиженную почву и обнажает этим нижние мерзлые слои. Последние при оттаивании снова переходят в такую же легкоподвижную почвенную «эмульсию» и быстро сносятся струями воды вниз по склону. Этим именно и объясняется тот факт, что одно и то же количество воды производит весной, в период снеготаяния, значительно больший смыв почвы, чем в летний период. Это обстоятельство наглядно было подтверждено наблюдениями В. К. Духнова на Новосильской опытно-овражной станции в 1940 году. В связи с указанными здесь явлениями необходимо отметить малую мутность стекающих вод в первые дни весеннего снеготаяния, когда талые воды обычно стекают, но мерзлой, во многих местах непокрытой снегом почве, не успевшей еще образовать на своей поверхности легкоподатливую смыву почвенную «эмульсию».

Условия отложения снега и его таяния являются таким образом важными факторами, могущими в значительной степени изменить основные физико-химические показатели податливости почв смыву в сторону уменьшения или увеличения смыва. Зависимость смыва от снегового режима проявляется в следующем¹.

В период весеннего снеготаяния смыв почвы усиливается по мере освобождения склона от снежного покрова.

Смыв бывает тем больше, чем выше максимальная температура воздуха в период стока и чем к более позднему периоду подходит максимум жидкого стока; если максимальный жидкий сток проходит в более ранний период, смыв бывает обычно слабее.

Смыв почвы начинается лишь тогда, когда почва освободится от снега. По мерзлой почве смыв очень слабый, тогда как на оттаявшей сверху почве он бывает интенсивным. В солнечную погоду при нагреве поверхности почвы солнечными лучами смыв усиливается.

Исходя из этих положений, рассмотрим, как развивается процесс смыва в одной и той же местности на отдельных элементах склона при различной его экспозиции в зависимости от снегового покрова на соответствующих топографических элементах.

¹Приводимые данные получены в результате наблюдений, проведенных на Новосильской станции с 1933 по 1940.

В большинстве эродированных районов европейской части СССР, где наблюдается господство верхних зимних метелей юго-восточных, восточных и южных направлений, определяющих основное распределение снежного покрова на склонах различных экспозиций, наиболее снегосдуваемыми склонами бывают склоны, обращенные на юго-восток, восток и юг, а наиболее снегозаносимыми – склоны, обращенные на северо-запад и север. Склоны снегосдуваемые (ЮВ и Ю), слабо прикрытые снегом в период весеннего снеготаяния, быстрее освобождаются от снега и быстрее образуют на поверхности податливую смыву жидкую почвенную «эмульсию». Эти же склоны, находясь более продолжительное время обнаженными от снега, в большей степени подвергаются в солнечные весенние дни воздействию более высокой температуры, что еще больше усиливает податливость их смыву, особенно в сочетании перечисленных условий с большой крутизной склонов. Таким образом, снегосдуваемые склоны более подвержены смыву, чем склоны противоположных экспозиций. Кроме того, сама структура и условия формирования снежного потока на этих снегосдуваемых склонах (ЮВ и Ю) в период верхних метелей (когда идет усиленное и даже иногда почти полное сдувание снега с нижней присетевой части) способствуют интенсивному и почти ежегодному развитию смыва на нижней присетевой части склона, на которой уже с самых первых дней весеннего снеготаяния создаются благоприятные условия для поверхностного оттаивания почвы, а отсюда и для смыва почвы потоками талых снеговых вод.

Наблюдения Новосильской станции показали, что на пахотном склоне со средним уклоном в 3% и длиной 700-800 м из всего количества смываемой по склону почвы на нижнюю треть склона приходится 75-80%; но вместе с тем искусственное увеличение мощности снежного покрова по той же нижней трети пахотного склона замедляет оттаивание почвы и ослабляет ее смыв.

В тех местах, где гидрографическая сеть облесена, на нижней части склона обычно около стены леса накапливается довольно значительная толща снега, продолжительное таяние которого задерживает оттаивание почвы на нижней части склона; поэтому, когда наступает таяние снега на верхних участках склона и потоки снеговых вод подходят с этих участков к подножью склона, почва на нем, будучи покрытой снегом, остается еще промерзшей и в силу этого мало подвергается смыву. Этим и объясняется то обстоятельство, что в мест-

ностях с облесенной гидрографической сетью сильно смытые почвы в подножьях склона встречаются реже.

С этим же стоит в связи и сравнительно слабое распространение смытых земель на присетевой части склона в северных (лесных) зонах, где и почва бывает более промерзшая и снежные сугробы около лесных опушек лощин лежат более продолжительное время.

Из всего сказанного о естественных факторах смыва можно сделать вывод, что смыв почвы представляет собой довольно сложный процесс, зависящий от сочетания целого ряда факторов, среди которых уклон распахиваемого склона является доминирующим, другие естественные факторы в отдельности воздействуют на смыв в ту или другую сторону, в зависимости от сочетания условий гидрологического, почвенного и геоморфологического характера. Поэтому процесс смыва нельзя представлять, как простое воздействие стекающей воды на почву и изучать его чисто механически, в отрыве от всей естественной обстановки.

Как нельзя изучать почву в отрыве от естественной обстановки, так нельзя и процесс смыва почвы отрывать от изучения его генезиса, от изучения всех факторов, его обуславливающих, и особенно типов территории, на фоне которой развивается весь эрозионный процесс.

Одна лишь констатация степени смытости почвы без указания обстановки, в которой находится тот или иной изучаемый участок территории, мало может помочь уяснению хода развития процесса смыва, потому что само состояние смытости есть явление динамичное, меняющее свои качественные и количественные признаки в зависимости от геоморфологических и гидрологических условий того или иного участка склона, в зависимости от его микрорельефа (ложбинности), места расположения на склоне, условий отложения и таяния снегового покрова и т. п.

Только с учетом геоморфологических, гидрологических и почвенно-геологических условий может быть ясно представлен весь процесс смыва распахиваемой территории и выявлены те приемы, которые могут быть применены для замедления или полной ликвидации этого процесса.

В заключение еще отметим некоторые искусственные факторы, которые могут в том или ином направлении воздействовать на смыв почвы. Главнейшими из них будут: вид культуры и агротехника, применяемая на данном склоне.

Все наблюдения и исследования в этом направлении, проведенные исследователями, показывают, что культура пропашных растений (например, свеклы, подсолнечника, картофеля, кукурузы), требующая частых и глубоких рыхлений более других культур усиливает процесс смыва. Несколько слабее, но все же значительно, воздействуют на усиление смыва зерновые культуры. Травы сильно ослабляют смыв: непосредственно надземными и подземными органами и косвенно создавая прочную, сопротивляющуюся смыву структуру почвы. Кроме того, длительное пребывание луга на склоне не только совершенно ликвидирует смыв, но и вызывает осаждение (кольматаж) на поверхности склона взвешенной в текущей воде почвенной мути.

Большое значение для развития смыва имеет способ и время обработки почвы: вспашка вдоль склона (по линии тока) усиливает смыв, а вспашка поперек сокращает его. Вспашка под зиму, создавая к моменту весеннего снеготаяния взрыхленную поверхность, способствует усиленному весеннему смыву. Особенно губительными бывают последствия вспашки, проведенной перед ливнем, когда с мягкой рыхлой пахоты смывается при сильном ливне громадное количество почвы.

Способствует усиленному смыву также и наличие на пашне густой сети границ землепользования, играющей большую роль и в развитии берегового размыва. Всякая случайная перепруда такой границы, хотя бы комом земли, особенно в присетевой части склона, вызывает обычно при весеннем стоке перелив воды из граничного углубления на прилегающую ровную площадь и растекание ее здесь широким слоем, ведущее к сносу жидкого «эмульсионного» слоя оттаявшей почвы до подстилающей мерзлой прослойки. Этим, между прочим, объясняется большое распространение смытых почв на землях бывшего крестьянского единоличного землепользования, густой сетью границ (в виде меж, рубежей и разъемных борозд) способствовавших концентрированию больших масс воды на определенных участках пахотного склона.

Количественное и качественное проявление процесса смыва

Существует несколько методов определения размера смыва почвы в естественной обстановке; однако не все они могут являться удовлетворительными для выявления интенсивности процесса смыва в производственных условиях колхозно-совхозного землепользования.

Одним из методов, наиболее близких к фактическому ходу процесса смыва в природной обстановке, является метод определения смыва почвы по стоковым площадкам; этот метод мог бы быть близким к идеалу, если бы стоковая площадка охватывала весь пахотный склон от бровки берега лощины до водораздельной линии и располагалась в, то же время вдоль линии тока. К сожалению, этот прием определения смыва технически трудно выполним в обычной обстановке колхозного землепользования, так как требует довольно сложных водомерных приспособлений (самописцев). Не везде он может быть применим также из-за наличия на пашне всякого рода ложбин, нарушающих течение воды строго по направлению линии тока. Учет стока воды при этих условиях требует значительного уширения площадки, что еще более усложняет проведение исследования. Замена цельной площадки серией коротких площадок с изоляцией их от подтока вод с вышерасположенной части склона в корне нарушает всю естественную обстановку, сближая такой прием с приемом определения смыва на монолитах. Более близкими действительной обстановке является проведение определения стока и смыва по водомерам, заложенным в вершине какой-либо лощины, водосбор которой может быть точно ограничен к моменту весеннего стока истинной¹ водораздельной линией с учетом всех водосборных участков, дающих добавочный подток воды к вершине лощины под воздействием всякого рода искусственных границ землепользования.

При проведении в течение дня частых измерений уровня воды в водомерном лотке или водосливе и взятии проб воды можно было бы довольно удовлетворительно выявить режим смыва на пашне в обстановке хозяйственного использования территории, входящей в водосборную площадь данного водомера.

Однако определение смыва таким методом будет касаться в большинстве случаев только лишь водораздельных участков водосбора, лежащих выше вершин лощин и находящихся поэтому в условиях сравнительно малоинтенсивного смыва.

Что же касается определения смыва со склонов, наиболее подверженных этому процессу и прилегающих обычно к берегам суходольного звена гидрографической сети, то такой прием будет уже более трудно выполним, так как установка водомера ниже вершины ло-

¹Определенное не по топографическим картам, а в натуре по направлению течения струек воды.

щины, по дну какого-либо нижележащего звена сети не отразит фактического смыва с распаханых склонов. Во-первых, в такие водомеры могут попасть взвешенные частицы почвогрунта и размываемых береговых промоин и донных размывов и во-вторых, в него не попадут те частицы почвы, которые будут перехвачены дерновым покровом берегов и дна в вышележащей части лощины¹.

Довольно часто за последнее время для определения общего размера смытого весенней водой почвогрунта стал применяться прием, основанный на измерении объема мелких размоин, образовавшихся в результате прохода стекающих вод по склону (см. рис. 137, рис. 138-140).

Несмотря на сложность этого приема, он все же является удобным для массовых наблюдений как над общим смывом почвы на склоне, занятом посевами сельскохозяйственных культур, так и над динамикой этого смыва по отдельным элементам пахотного склона. К положитель-



Рис. 138. Одни из участков пахотного склона с мелкоструйчатым размывом (территория Новосильской опытно-овражной станции. Фото Н. Я. Оринича)

¹ Данное обстоятельство всегда следует иметь в виду, анализируя материалы по твердому стоку, получаемые по данным водомеров, заложенных где-либо по дну сети. Судить по таким данным о фактическом смыве с пахотных полей не представляется возможным, ибо такие цифровые показатели будут определять, главным образом, вынос грунта из существующих на водосборе размывов, но не смыва почвы.

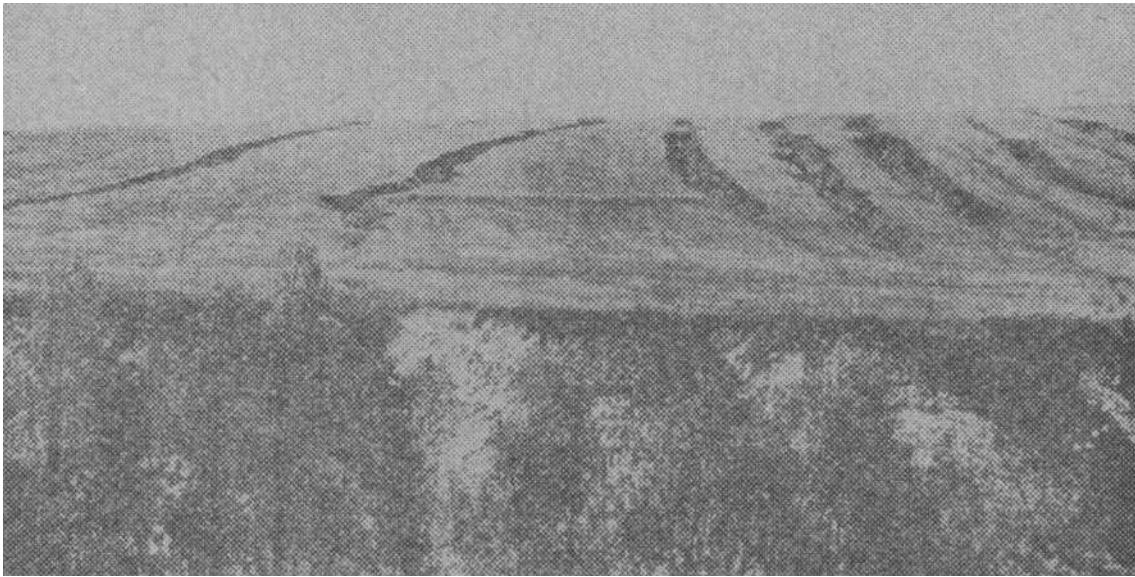


Рис. 139. Частый промоинный размыв по склону (та же местность, что и на рисунке 139. (Фото С. В. Наумова))

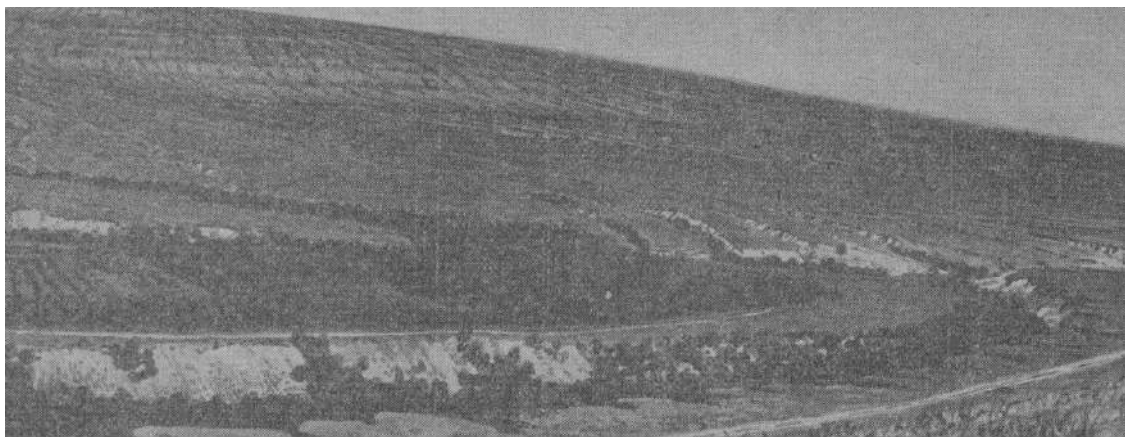


Рис. 140. Сильный мелкоструйчатый размыв на крутых пахотных склонах (с. Нижняя Банновка Саратовской области, по правобережью Волги. С фото С. В. Наумова)

ным сторонам этого приема нужно, помимо простоты измерений, отметить отсутствие в нем всяких водоизмерительных сооружений, являющихся всегда большой помехой при проведении наблюдений над смывом. Недостатками этого приема следует считать: а) невозможность выявить изменение процесса смыва в течение отдельного периода стока; б) недоучет некоторого количества смытой почвы, сносимой с поверхности тонким слоем без образования размоины; в) некоторое преувели-

чение объема смытого грунта за счет той его части, которая отложилась на той же площади ниже размоин. Последнее явление может очень часто иметь место при учете смыва на склоне, имеющем вогнутый профиль, с крутой верхней частью и пологой нижней. В этом случае мы можем получить определенный ответ лишь о размере смыва с верхней (более крутой части) склона; что же касается нижней части склона, то для нее можно будет получить лишь приблизительные данные о количестве почвогрунта, удаленного со дна существующих здесь микроложбин и впадин, без учета смытой почвы с боков тех же ложбин.

Если: 1) большая часть склонов в глубокорасчлененных районах имеет выпуклый или прямой профиль, 2) энергия смыва постоянно увеличивается от верхних частей склона к нижним и 3) процесс отложения смытого грунта на том же склоне проходит в незначительных размерах, то прием определения смыва, основанный на измерении объема мелких размоин, может считаться приемлемым для большинства эродированных территорий.

В 1938 г. научным сотрудником Новосильской опытно-овражной станции Я. В. Корневым совместно с научным сотрудником той же станции А. Д. Ивановским был предложен довольно простой метод определения смыва почв путем периодических измерений расхода и мутности стекающей воды во всех ручейках, образующихся на исследуемом участке и подходящих к близлежащей бровке берега гидрографической сети.

Для проведения измерений смыва по этому методу наблюдатель в период весеннего стока раза три-четыре в день и более (в зависимости от интенсивности снеготаяния) проходит по бровке берега сети и здесь с помощью переносного водомера-водослива определяет расход стекающей воды. Одновременно берется проба на мутность, которая определяется здесь же путем сравнения взятого образца с имеющимися у наблюдателя пробами воды с заранее определенной мутностью.

Постоянная работа с такими приборами в течение одного-двух дней очень быстро приучает наблюдателя определять расход и мутность даже глазомерно, позволяя прибегать к приборам лишь периодически для проверки сделанных наблюдений. Это очень упрощает работу и дает возможность во многих случаях учащать сроки наблюдения, что делает и работу более точной. Этим методом можно определить не только режим твердого и жидкого стока на данном склоне в течение определенного отрезка времени, но и изучить ход этого стока по отдельным элементам пахотного склона, учитывая наличие раз-

личных препятствий (границ землепользования и др.), нарушающих нормальный сток весенних вод по склону.

К недостатку этого метода нужно отнести – трудность проведения учета смыва в ночное время; в данном случае приходится брать среднее показание из определений в вечерние и утренние часы стокового периода, что при выпадении осадков ночью может дать неправильные цифры. В обычные же дни весеннего снеготаяния, когда благодаря ночным заморозкам сток и смыв ночью бывают минимальными, полученные указанным путем величины ночного смыва не могут существенно отразиться на общем результате определения смыва за весь стоковый период, а тем более на цифрах максимального смыва, обычно совпадающего с близкими к полудню часами суток.

Для выявления размеров смыва почвы на данном участке за все предшествующие годы сначала его распашки обычно пользуются сравнительными величинами мощности гумусового слоя почвы на водоразделе (где отсутствует смыв) и на изучаемом участке склона. Разность между этими величинами покажет толщину слоя почвы, смытой за весь предшествующий период. В данном случае, конечно, не может быть речи о динамике этого процесса по отдельным годам и периодам. Этот простой прием определения общих потерь почвы от смыва может, однако, дать в известных случаях совершенно неправильные показания, очень далекие от фактического количества смытой почвы. Это может получиться в том случае, когда на различных частях склона будут размещены различные генетические типы почвы, характеризующиеся неодинаковой мощностью гумусового слоя. Особенно грубые ошибки будут получаться при изучении смытости почв на таких склонах, где на большом отрезке находятся неразвитые почвы с ничтожным гумусовым слоем. Часто, принимая неразвитые почвы за смытые, некоторые исследователи получали катастрофически высокие цифры смыва почвы и ими пытались доказать наличие в данной местности огромных смывов, которые в действительности могли быть здесь распространены лишь в весьма скромных размерах.

При определении величины смыва нужно быть уверенным в тождественности типа почвы на всем изучаемом склоне, для чего необходимо вести параллельные исследования почвы на различных элементах склона как на пахотных участках, так и на участках, сплошь покрытых лесом или находящимся под залежью. Подобного рода параллельные исследования проводились довольно детально почвоведом П. И. Шаврыгиным в районе Новосильской опытно-ов-

ражной станции, доказавшим полную возможность в таких случаях определять размер смыва на пахотном склоне по мощности гумусового слоя на отдельных его элементах.

В свое время А. М. Панков пытался определить общий размер смыва почвы с пахотных полей путем подсчета площадей, занимаемых почвой одного типа (черноземом), но имеющего различную мощность гумусового слоя, полагая, что это различие связано исключительно со смывом, С таким методом определения общего размера смыва почвы можно было бы согласиться в том случае, если бы автором было доказано, что на всех элементах и экспозициях облесенного склона почва имеет одну и ту же и притом наивысшую для данной земельной единицы мощность. А так как это не было проверено, то всегда может быть сделано существенное возражение о неидентичности ненарушенных смывом почв на склонах различных экспозиций и на различных частях одного и того же склона, на котором могли сформироваться различно развитые почвы.

Следует также отметить, что А. М. Панковым изучаемым объектом был выбран центральный район Воронежской области, где на значительной территории слабо развит покровный плащ и близко от поверхности залегают коренные плохо выветривающиеся породы (мел, мергель, опоки). При указанных условиях получают широкое распространение неразвитые почвы на нижних частях склона, на которых гумусовый горизонт никоим образом не может быть идентичным с таковым же горизонтом на водоразделе.

Определение смыва почвы по мощности гумусового слоя на различных частях одного и того же склона страдает одним весьма существенным недостатком – трудностью выбора типичного пункта для определения мощности гумусового слоя.

При наличии частых ложбин дно их может быть сплошь оголено от почвы (ибо здесь сосредоточивается наибольший сток воды), тогда как середина межложбинного участка может иметь почву слабо или почти совсем незатронутую смывом.

Для обеспечения более верных показаний приходится в данном случае делать на каждом изучаемом пункте склона двойные определения мощности гумусового слоя почвы: одно по дну ложбины, другое на гребне между соседними ложбинами, что, конечно, значительно усложняет исследовательскую работу.

Определение потерь почвы от смыва на Новосильской опытно-овражной станции проводилось и другим методом, основанном на из-

мерении точной нивелировкой поперечных профилей ложбин по нескольким ходам, рассекающим склоном параллельно прилегающей бровке берега гидрографической сети. При этом считалось, что выемка, образованная ложбиной, является результатом смыва, периодически происходившего на данном склоне (с момента первой его распашки). Такое предположение будет, однако, соответствовать действительности и может считаться допустимым лишь тогда, когда межложбинные участки будут показывать мощность гумусового слоя, явно сниженную в сравнении с водоразделом. При отсутствии этого показателя уже нельзя будет полностью быть уверенным в том, что ложбинность пахотных склонов будет представлять образование, обязанное исключительно процессу смыва. Такая ложбинность может быть также следствием регулярной ежегодной пахоты всвал или вразвал, при которой верхний почвенный слой из разъемных борозд передвигается к оси свального гребня и здесь постоянно на распахивается.

Интенсивность процесса весеннего и ливневого смыва

Ознакомившись вкратце с существующей методикой определения смыва почвы, приведем здесь некоторые данные, характеризующие количественную сторону процесса смыва в условиях хозяйственного использования земельной территории.

В отношении ежегодно возможного смыва с колхозных полей мы имеем по центральной лесостепи большой материал исследований Новосильской опытно-овражной станции более чем за 12 лет (1928-1940 гг.).

Здесь остановимся, главным образом, на наблюдениях за 1939-1940 гг. как более полно методически разработанных.

По данным наблюдений за 1939 г., проводившихся методом определения расхода и мутности отдельных струй у бровки берега лощины, смыв с колхозных полей колебался от 4,2 до 34,6 т на 1 га. Характерно при этом, что смыв с поля, занятого озимью и расположенного на склонах, близких к речной долине, был меньшим, чем на склонах, примыкающих к водоразделу. Объясняется это меньшей толщиной снежного покрова на приречных склонах и прохождением здесь большей части стекающей воды в первый период снеготаяния, тогда как на приводораздельной части склона снежный покров был более мощным и сток проходил в более поздние сроки стокового периода, когда твердый сток бывает более сильным.

Весьма интересно также и то, что сток с колхозных полей проходил преимущественно отдельными ручьями, причем максимальный расход некоторых из таких ручьев достигал 36 л/сек, что при максимальном гидромодуле для данной местности, равном 11 л, соответствует стоку с 3 га водосборной площади.

В 1940 г. смыв с тех же участков колебался от 7 до 10 т с 1 га.

По данным полевым наблюдений 1935 г. (Я. В. Корнева и А. Д. Ивановского), мутность стекающей весенней воды при среднем уклоне пашни 3,5% возрастала в такой последовательности:

Расстояние от водораздела (м)	На водоразделе	280	315	415	450
Количество взвешенных частиц почвы в воде (г на 1 л)	1,1	1,5	2,2	4,56	7,28

Из этих данных видно, что на нижней трети склона идет наибольшее нарастание мути. Измерение смыва по размеру и числу размоин, проведенное в 1940 г. на озимом поле со средним уклоном 5% (экспозиция южная), показало его колебания в зависимости от месторасположения участка на склоне.

Расстояние от водораздела (м)	100	200	300	400	500	600
Смыв почвы (в т с 1 га)	2,1	4,5	14,6	23,4	26,6	31,4

Среднее количество смывной почвы для всего склона 16,1 т с 4 га.

В 1939 г. измерения, проведенные экспедицией Всесоюзного научно-исследовательского института агролесомелиорации (Н. Я. Оринич) тем же методом определения весеннего смыва с участка колхозного озимого поля, расположенного по правобережью р. Волги около г. Хвалынска, дали такие показатели:

Расстояние от водораздела (м)	Средний уклон участка	Величина смыва (т с 1 га)
0-300	0,033	0
300-400	0,045	39,8
400-500	0,061	62,8
500-600	0,081	98,0
600-700	0,091	132,5
700-800	0,091	81,5
Среднее для всего склона	0,077	80,0

Ливневой смыв, по данным Новосильской опытно-овражной станции, также достигает больших размеров. Так, при ливне 25 июля 1940 г., продолжавшемся 40 минут и давшем 54 мм осадков (1,35 мм в 1 минуту), смыв, по измерениям объема размоин на различных частях склона, был следующим:

Расстояние от водораздела (м)	50	100	200	300	400
Смыв почвы (в т с 1 га)	8,2	12,4	18,8	67,8	109,1

Смыв почвы в среднем для всего склона равен 50 т с 1 га, что соответствует слою почвы в 5 мм. Максимальная толщина смываемого слоя почвы достигает 10 мм.

Из приведенных данных о количестве почвы, смываемой со всего склона и с отдельных его участков достаточно ясно видно, что, смыв в условиях производства представляет собой процесс, связанный с одной стороны с уклоном и расположением смываемого участка на пахотном склоне, а с другой стороны с размером водных потоков, образующихся на склоне в результате слияния мелких струек воды в продольных и поперечных углублениях, создающихся при различных приемах пахоты.

В силу такой динамичности явлений смыва его нельзя изучать только лишь лабораторным путем в отрыве от фактической производственной обстановки. К сожалению, это обстоятельство часто не принимается во внимание исследователями, изучающими сток исключительно в искусственных условиях, которых в действительной обстановке почти никогда не существует (небольшие сточные площадки, монолиты, случайно выбранные участки пахотного склона, изолированные от всей его площади и т. д.).

Полученные за последние годы довольно большие материалы о наличии в тех или иных районах почв различной степени смывости в сущности представляют собой сведения о потерях почвы от смыва, имевших место в определенном пункте за весь предшествующий период эксплуатации данного участка склона.

Если предположить, что период эксплуатации пахотных угодий был всюду почти одинаковым, то, оставляя в стороне различные способы хозяйственного использования их, можно было бы в таких случаях, по степени смывости сравнивать различные почвы в отношении податливости их смыву. Если же периоды использования сравниваемых пахотных участков были резко различными (как, например, один

участок распахивался с давнего времени, а другой – недавно), в таких случаях по наличию почв определенной степени смытости, конечно, нельзя судить о большей или меньшей подверженности данной почвы смыву. Это обстоятельство часто не принималось во внимание.

Приведем некоторые материалы, характеризующие общий размер потерь почвы от смыва на землях, использовавшихся долгое время мелкими крестьянскими хозяйствами. Для центральной лесостепной зоны по этому вопросу имеются данные Новосильской опытно-овражной станции, подсчитавшей эти цифры для некоторых своих полей.

Общий размер потерь от смыва подсчитывался по измерению объема образовавшихся ложбин на пахотном склоне юго-восточной экспозиции. Эти подсчеты показали следующее.

Расстояние от водораздела, м	Смыто почвы, т с 1 га	Смыт слой почвы, см
0	162	1,38
142	196	1,67
248	254	2,16
301	390	2,86
353	770	6,55
381	905	7,70
408	1260	10,70
439	1610	13,72

В среднем смыто почвы 686 т.

Определения потерь почвы от смыва были сделаны также и на одной нижней, наиболее смытой части склона, в одном из близлежащих к Новосильской станции колхозов (с. Городилово); здесь были получены такие цифры смыва по измерению ложбин на площади 2,6 га.

Расстояние от подножия склона, м	Смыто почвы, т с 1 га	Смыт слой почвы, см
116	1428	6,8
83	2184	10,4
36	2772	13,2
0	3651	17,4

П. Н. Шаврыгиным для той же местности (с. Чернышино, Новосильского района) потери почвы от смыва были определены (в

1937 г.) путем сравнительного изучения мощности почв на отдельных элементах двух рядом расположенных склонов одной и той же экспозиции. Один из них находился под пашней, а другой был когда-то сплошь облесен, но лес вырублен (судя по карте лесистости, составленной Тульской гидрологической экспедицией) примерно 86 лет назад. Данные определения мощности отдельных горизонтов почвы приводятся в таблице 10.

Таблица 10

Мощность горизонтов (в см) светло-серых лесных почв на различных частях склона (уклон 3,1%)
(с. Чернышино, Новосильского района, Орловской области)

Расположение почвы на склоне	Расстояние от бровки берега, м	Мощность горизонтов					
		A ₁	A ₂	A ₁ + A ₂	B ₁	B ₂	B ₃
<i>Распаханный склон</i>							
Водораздел	340	16	26	42	32	40	56
Середина склона	170	14	25	39	31	41	57
Нижняя часть склона	70	14	22	36	31	45	58
Подножье	10	12	13	25	29	51	60
<i>Облесенный склон</i>							
Водораздел	340	16	26	42	31	39	54
Середина склона	170	16	25	41	31	40	54
Нижняя часть склона	70	16	25	41	31	40	55
Подножье	10	15	23	38	36	40	54

По данным таблицы 10, количество смытой за один год почвы составляет в подножье склона около 12, а в нижней части склона 4 т с 1 га. Это количество относится к склону со средним уклоном в 3,1%.

Таким же путем был определен размер смытой (за 86 лет) почвы и для склона крутизной в 5,5% на участке около с. Вяжи, Новосильского района, для которого получились такие величины мощности отдельных горизонтов (табл. 11).

На основании этих данных, количество смытой за год почвы составило для подножья склона 20, для нижней его части – 12, а для середины 4 т с 1 га.

Водораздельная часть склона как на первом, так и на втором участке оказалась почти незатронутой процессом смыва.

Для засушливого юго-востока (правобережье Волги около с. Нижней Банновки), по измерениям А. П. Шапошникова (1939 г.),

смыв распаханного склона южной и северной экспозиции имел размеры, указанные в таблице 12.

Таблица 11

**Мощность горизонтов (в см) серых лесных земель
(Вяжи, Новосильского района, Орловской области)**

Расположение почвы на склоне	Расстояние от бровки берега, м	Мощность горизонтов					
		A ₁	A ₂	A ₁ + A ₂	B ₁	B ₂	B ₃
<i>Распаханный склон</i>							
Водораздел	330	17	19	36	32	33	32
Середина склона	150	15	15	30	32	35	69
Нижняя часть склона	70	12	12	24	35	38	70
Подножье	10	12	3	15	39	40	69
<i>Облесенный склон</i>							
Водораздел	330	18	20	38	33	32	36
Середина склона	150	17	20	37	32	38	56
Нижняя часть склона	70	16	20	36	30	44	67
Подножье	10	14	18	32	38	40	70

Таблица 12

Смыв пахотного слоя почвы на распаханном склоне

Расстояние от водораздела, м	Средний уклон	Смыто почвы, т с 1 га	
		на склоне северной экспозиции	на склоне южной экспозиции
0-125	0,02-0,02	0	0
125-250	0,03	277,5	217,5
250-325	0,04	1128,0	581,6
325-975	0,12	4018,0	4030,5
Средневзвешенное для всего склона	0,10-0,12	6930,0	7845,0

При столетнем периоде пользования площади (что может быть является несколько преувеличенным) ежегодный смыв на этой территории определится не менее чем в 78 т с 1 га, что очень близко к указанной выше цифре весеннего смыва 1939 г. на приволжском склоне около г. Хвалынска (80 т с 1 га).

Следовательно, процесс смыва в условиях глубоко расчлененного рельефа как центральной лесостепи, так и других, более южных засушливых районов Советского Союза может достигать довольно зна-

чительных размеров (20-30 т с 1 га в год), на некоторых же участках склона даже и до 132 т с 1 га.

Произведя пересчет количества смытой с 1 га почвы (выраженное в тоннах) на высоту слоя почвы, мы увидим, что ежегодно в некоторых сильно эродированных районах европейской части СССР удаляется слой почвы; на приводораздельной части склона от 0,1-0,2 мм и в при-сетевой до 1-1,5 мм. Удаление смывом за год наиболее плодородного слоя почвы в 1 мм отрицательно сказывается на ее плодородии.

Относя объем смытой почвы ко всему склону, мы получим среднюю величину сноса почвы в год, равную 0,3-0,4 мм.

Встречающиеся в литературе более высокие показатели смыва в большинстве случаев объясняются отнесением неразвитых почв к почвам смытым, что является совершенно необоснованным допущением.

Так как смыв проявляется преимущественно в виде мелких размывов, образующихся по оси различного рода разъемных борозд и границам землепользования, в результате чего на склоне появляется ложбинность, то было бы интересно знать, как идет развитие ложбинности по отдельным частям склона; таких данных имеется очень мало. Для района Новосильской опытно-овражной станции (центральная лесостепь) по исследованиям, проведенным здесь сотрудниками станции Я. В. Корневым, А. Д. Ивановским и Д. И. Тимофеевым, выяснилось, например, что число ложбин на 100 пог. м склона колеблется по отдельным элементам его от 6 до 13. Распределение ложбин различной глубины и ширины по отдельным элементам склона представлено в таблице 13.

На Новосильской опытно-овражной станции было учтено изменение поперечного сечения одной ложбины, образовавшейся по границе между двумя полями 15 лет назад.

За это время благодаря регулярной фигурной пахоте по этой границе шло одновременно углубление межи и повышение напаша. Изменение поперечного сечения выразилось на отдельных частях склона в следующих величинах:

Расстояние от водораздела, м	Глубина ложбины по оси от гребня напаша, м	Ширина ложбины, м	Площадь поперечного сечения ложбины, м ²
44	0,03	3,5	0,08
115	0,14	7,5	0,69
174	0,15	7,0	0,56
274	0,25	9,0	1,78

Таблица 13

Число ложбин различного размера на отдельных элементах склона

Классы ложбин по глубине см	Классы ложбин по ширине, м							
	подножье склона				третья четверть склона			
	5	5-10	11-15	16-20	5	5-10	11-15	16-20
5	-	7,7	-	-	-	-	-	-
5-10	-	-	-	-	-	16,7	-	-
11-15	-	7,7	-	-	-	16,7	-	-
16-25	15,5	7,7	7,7	7,7	7,7	-	16,7	-
26-50	15,4	7,7	-	-	-	-	16,7	16,7
50		15,4			77,0	-	-	-

Классы ложбин по глубине, см	Классы ложбин по ширине, м							
	вторая четверть склона				приводораздельная часть склона			
	5	5-10	11-15	16-20	5	5-10	11-15	16-20
5	10,0	40,0	-	-	10,0	40,0	-	-
5-10	-	20,0	20,0	-	10,0	40,0	-	-
11-15	-	-	10,0	-	-	-	-	-
16-25	-	-	-	-	-	-	-	-
26-50	-	-	-	-	-	-	-	-
50	-	-	-	-	-	-	-	-

Из приведенных данных видно, что поперечное сечение ложбины на нижней части склона увеличилось за 15 лет почти в 200 раз по сравнению с сечением вблизи водораздела, где оно не затронуто эрозией.

Для сильно эродированных районов засушливого правобережья Волги (с. Нижняя Банновка, Золотовского района, Саратовской области) мы имеем такие показатели роста ложбинности по склону¹.

Расстояние от водораздела, м	Средняя крутизна склона	Расстояние между ложбинами, м	Средняя ширина ложбины, м	Средняя глубина ложбины, м
0-125	0,02	-	-	-
125-250	0,02-0,03	20	4,0	0,15
250-325	0,03-0,05	15	5,4	0,33
325-975	0,07-0,15	13	4,8	0,85

¹Исследования 1939 г. научного сотрудника эрозионной экспедиции ВНИАЛМИ А. П. Шапошникова.

Наблюдения над ежегодным приростом ложбинности» проведенные Новосильской опытно-овражной станцией на одном из полей прилегающего колхоза (с. Городилове), показали, что годичный прирост ложбин является более или менее заметным на присетевой части склона, усиливаясь вообще от верхней ее части к нижней, где он достигает 15 мм в год.

Н. Я. Ориничем путем сравнения двух почвенных съемок одной и той же местности, проведенных с промежутком в 22 года, была сделана попытка определить динамику смыва на территории Валуйского района, Курской области. Была вычислена по почвенной карте, составленной А. М. Панковым (1915 г.), площадь обыкновенного чернозема и распределение на этой площади различных типов почв по почвенной съемке, проведенной в 1937 г. Сравнения съемок 1915 и 1937 гг., показали такие изменения.

Годы	Тип почвы	Площадь, га	Процент
1915	Обыкновенный чернозем	4771	100
1937	Обыкновенный чернозем	750	16
1937	Выщелоченный чернозем	3586	75
1937	Супесчаный чернозем	285	6
1937	Солонцеватый чернозем	150	3

Из этих цифр автор делает заключение, что через 22 года от площади обыкновенного чернозема осталось лишь 16% и то с измененными морфологическими признаками. Так, если в 1915 г. чернозем был мощностью от 41 до 69 см, то в 1937 г. мощность его определялась в 26-46 см, следовательно, ежегодно смывался слой почвы, равной в среднем 1,3 см.

С такими выводами Н. Я. Оринича полностью, конечно, нельзя согласиться, потому что методика почвенного исследования 1937 г. несомненно была более точной, чем в 1915 г., поэтому при исследовании почвы в 1937 г. могли применить уточненную терминологию, относящуюся к чернозему. Данные Н. Я. Оринича могут до некоторой степени характеризовать изменения почвенного покрова, происшедшие под воздействием смыва, потому что из приведенных величин можно считать правдоподобными те из них, которые касаются изменения мощности основных генетических горизонтов почвы.

А. М. Панков¹ попытался выявить динамику процесса смыва на территории Айдарского сельсовета, Ровенского района, Воронежской области, путем вычисления площадей обыкновенного чернозема различной мощности, полагая при этом, что различная мощность этой почвы есть результат ее смыва. Л. М. Панковым между прочим было принято, что у чернозема средней мощности по сравнению с имеющимся на той же территории мощным черноземом должен был быть удален слой в 10 см, у маломощного чернозема – 20 см, а у карбонатного (на меловых породах) весь гумусовый горизонт и часть почвообразующей породы; всего же здесь был смыт слой не менее 80–100 см. Этот исследователь попытался также определить общий объем снесенного в результате смыва гумусового слоя почвы за весь период использования земли. Приняв продолжительность этого периода за 75 лет, А. М. Панков вычислил, что с верхней и средней частей склона ежегодно смывалось около 10 т с 1 га гумуса, а с присетевой части склона от 100 до 200 т. Нельзя, конечно, полностью согласиться с такой методикой определения смыва, принимая во внимание, что различная мощность гумусового горизонта может зависеть не только от смыва, но также и от степени развитости почвы, особенно залегающей на коренных твердых породах. В данном примере это как раз и могло иметь место, потому что взятая А. М. Панковым местность входит в район широкого распространения меловых пород, прикрываемых обычно небольшим слоем лёсса. Но тем не менее следует отметить, что вычисленные А. М. Панковым величины годового смыва довольно близки к ранее приведенным цифрам годового смыва, вычисленным непосредственно по измерению ручейкового смыва для сильно эродированных районов степной и лесостепной зон.

Размеры площадей, занятых смытыми почвами в различных районах европейской части Союза ССР

Теперь необходимо проанализировать вопрос: в каких размерах развит смыв в различных районах рассматриваемой нами европейской части Союза ССР? В этом отношении мы имеем пока очень ограниченное число наблюдений, потому что процесс смыва почвы стал у нас предметом изучения лишь в самые последние годы.

¹Сборник «Эрозия почв», изд. Академии наук СССР, Москва, 1937 г.

В 1923 г. Новосильская опытно-овражная станция впервые обратила у нас внимание¹ на это широко распространенное явление, оставшееся долгое время почти без внимания у почвоведов и географов, видевших процесс эрозии исключительно в образовании «оврагов».

Наиболее типичным районом с сильно развитым смывом является центральная лесостепная зона. Ее глубоко расчлененные территории представляют сплошные очаги сильного смыва почвы. Развитию такого смыва способствовало наличие здесь большой крутизны склонов, а кроме того, и широкое распространение очень податливых смыву почв (серых лесных и подзолистых суглинков).

По данным исследований Новосильской опытно-овражной станции (юг Орловской области), в окружающей ее местности сильно смытыми почвами (с гумусовым слоем, уменьшенным более чем на 30%) занято от 20 до 35% пашни.

В Новосильском районе, Орловской области (по данным обследования 1940 г.) в 69 колхозах с общей площадью пашни в 38466 га оказалось сплошь смытых земель 9%; в соседнем Мценском районе смытых земель насчитывалось около 7%. Я. В. Корнев для 36 районов, расположенных в восточной, юго-восточной и центральной частях Орловской области, исчисляет (1939 г.) количество земель, пораженных смывом, в 800 тыс. га, из них на 40-50 тыс. га пашни смыт почти весь гумусовый слой.

По определению С. И. Сильвестрова (1934 г.), в Крапивинском районе, Тульской области, земли, подверженные сильному смыву, составляют 7-10% общей площади района. В частности, в колхозе им. Молотова (при с. Драгуны), детально обследованном им в эрозионном отношении, сильно смытые почвы составляли 7-8% общей площади колхоза в 1623 га. С. И. Сильвестров считает, что в восточной части центральной лесостепи (Саранский район, Мордовской АССР) в некоторых колхозах сильно смытые земли занимают от 8 до 10% общей площади.

По центральной степной зоне наибольшие площади смытых земель можно встретить в области развития мощных меловых и мелоподобных отложений (верхнего яруса меловой системы), перекрытых небольшим слоем песчаных третичных пород.

¹А. С. Козменко. Выводы и перспективы опытной мелиорации в северочерноземной области (Бюллетень Орловского губ. бюро краеведения, 1928 г., № 4, г. Орел): А. С. Козменко. Пути разрешения овражной проблемы, журн. «Мелиоративное дело» №3, 4 и 5, 1930 г.

По данным обследований, проводившихся в 1938-1939 гг. под руководством Н. В. Кондратьева эрозионной группой Воронежского областного земельного отдела для четырех колхозов Буденновского района, Воронежской области, мы имеем следующие процентные соотношения общих площадей с сильно смытыми (более чем на 50% гумусового слоя) почвами.

По материалам той же организации в 11 административных (преимущественно южных) районах Воронежской области (общей площадью 1170 тыс. га) площади сильно смытых (бросовых) земель занимают в среднем 7% (угодий же, не подверженных ни смыву, ни размыву, значит в этих районах 56%).

Колхозы	Общая площадь колхоза, га	Процент сильно смытых земель
Им. Дзержинского (В.-Сосенский сельсовет)	1224,7	22,6
«Красный пахарь» (Ново-Покровский сельсовет)	2243,0	11,1
Им. 16-го партсъезда (В.-Сосенский сельсовет)	1797,0	16,5
«Красная нива» (Марьинский сельсовет)	1802,0	30,3

По данным эрозионного обследования Н. Я. Оринича (1937 г.) на территории обследованных им 8 колхозов Валуйского района, Курской обл. (общей площадью 6921 га), сильно смытых почв оказалось 31%.

По правобережью среднего течения Днепра бригада Украинского научно-исследовательского института агролесомелиорации для двух обследованных ею колхозов определила (1936 г.) размеры площадей смытых почв¹, которые приведены в таблице 14.

Таблица 14

Площади смытых почв в колхозах по правобережью р. Днепра

Колхозы	Общая площадь, га	Процент почвы		
		средне смытых	сильно смытых	сплошь смытых
«Новая жизнь», Днепропетровского района	2532	4,3	7,7	5,2
«Парижская Коммуна», Верхне-Днепровского района	1907	5,3	12,3	7,0

¹М. М. Дрюченко. Роль леса в борьбе с эрозией. Сборник «Борьба с эрозией», изд. Академии наук СССР, Москва, 1938 г.

Из данных таблицы 14 можно видеть, что в этих колхозах сильно смытые и сплошь смытые почвы (потерявшие более 40 см гумусового слоя) занимают 13-20% общей площади.

По правобережью среднего течения Волги в колхозе «Трудовое знамя» (при с. Нижняя Банновка, Золотовского района) Я. М. Шапошниковым были определены (1939 г.) размеры площадей с различной смытостью почв.

Приведенные показатели, касающиеся толщины смытого слоя почвы для II, III и особенно IV группы, здесь несколько преувеличены, так как на данной территории значительно распространены слабо развитые почвы, особенно в нижней половине солнечных склонов, где почти нет лёссового плаща, и трудно выветривающиеся слои коренных мелоподобных опок (мергелей и песчаников) залегают непосредственно под почвой.

Однако другие показатели усиленного смыва: мелкоструйчатый и промоинный размыв, ложбинность, уклон, являются здесь вполне объективными показателями и дают наглядную картину сильно развитого смыва, превращающегося на довольно большой площади в промоинный размыв – наиболее интенсивную форму процесса смыва.

Таблица 15

Площади смытых почв по правобережью Волги

Группы	Интенсивность смыва	Площадь	
		га	от всей территории колхоза
I	Площадь, где отсутствуют или почти отсутствуют признаки эрозии: ложбины, размоины, уклон менее 0,02	500	11,4
II	Площадь распространения мелкоструйчатого размыва. Уклон 0,02-0,03, гумусовый горизонт смыт на 10-15 см (или на 20-25%), ложбины редки (через 20 м)	964	22,0
III	Площади с частой ложбинностью (ложбины через 15 м). Уклон 0,03-0,05, гумусовый горизонт смыт на 20-30 см (на 40-50%)	1018	23,2
IV	Площади с глубокими ложбинами (через 13 м), превращающимися в промоины. Уклон 0,07-0,15, гумусовый горизонт смыт на 40-50 см (на 75-90%)	1613	36,7
V	Размывы по гидрографической сети	293	6,7
	Итого	4388	100,0

Для более северных районов Среднего Поволжья мы имеем показатели смытых почв по колхозу «Луч социализма», Сенгилеевского района, Ульяновской области, где, по данным Всесоюзного научно-исследовательского института агролесомелиорации (1939 г., Н. В. Церлинг) смытые земли занимают около 28% пахотной посевной площади (2246 га), или 16% от всей площади землепользования колхоза (3683 га).

Таким образом, имеющиеся, хотя и явно недостаточные, данные о развитии смыва ясно говорят о наличии значительных площадей сильно смытых почв в большинстве глубоко расчлененных районов лесостепной и степной зон.

Качественные изменения в почве, связанные с ее смывом

Рост площадей смытых земель сопровождается изменением внутренних свойств смываемой почвы.

Для сужения о качественной стороне этого процесса приходится пользоваться главным образом, данными химического анализа почв различной степени смытости. В отношении состава продуктов, вынесенных стекающей водой с какой-либо пахотной площади, мы имеем пока мало сведений, причем и эти сведения содержат в большинстве случаев данные о твердом стоке с монолитов или с небольших опытных сточных делянок. Данных о составе почвы, смытой с колхозных полей, в обычной производственной обстановке почти не имеется.

Судить вполне определенно о качественных изменениях почвы при смыве по одним данным анализа почвы различной смытости можно лишь при полной уверенности в том, что почва до момента ее смыва имела тот же состав, что и почва не смытая, расположенная по соседству на том же элементе склона.

Однако такого рода условия не всегда могут иметь место. Нередко почва, расположенная в подножье склона и в настоящее время подвергающаяся интенсивному смыву, до начала процесса смыва могла иметь совершенно иной состав, чем несмытая почва, расположенная на водоразделе. Особенно часто это может иметь место на солнечных склонах, в подножье которых покровная лёссовая порода (служащая в других местах обычной подпочвой) часто совершенно отсутствует, заменяясь коренными породами, на которых могут формироваться лишь неразвитые почвы. Иногда и при наличии на всем склоне однообразной по общему виду покровной породы в подножье

склона могут образоваться почвы другого типа, чем на вышележащей части склона. В таких случаях сравнение состава смытых и несмытых почв не может полностью ответить на вопрос, какие элементы и в каком размере удаляются из почвы при ее смыве.

Некоторый намек на состав смываемой части почвы могли бы дать исследования прудового ила, представляющего собой осевшую в пруде почвенную муть, принесенную стекающей водой со склонов водосбора пруда. Однако и эти исследования не могут полностью отразить состав смываемой части почвы, так как наиболее мелкие частицы ее часто не оседают на дно пруда, а выносятся за его пределы. Кроме того, если минеральный состав прудового ила может до некоторой степени отразить состав минеральной части почвы, смытой со склонов, то этого нельзя сказать про органические ее элементы, которые при нахождении под водой пруда могут подвергнуться разложению и улетучиванию.

Данные, полученные при химическом исследовании почв различной смытости, почти все констатируют снижение в результате смыва содержания, главным образом, азота и гумуса и в меньшей степени – фосфора и калия.

По данным работ Новосильской опытно-овражной станции (И. С. Черников), содержание гумуса в зависимости от смытости почв снижалось следующим образом.

Местоположение почвы	Толщина гумусового слоя, см	Процент гумуса (по Кнопфу)
Водораздел	32	4,58
Подножие склона	12	2,17

По исследованиям М. И. Кононовой¹ для светло-серых лесных суглинков на той же Новосильской станции получены следующие данные об изменении содержания гумуса азота и углерода в зависимости от экспозиции и крутизны склона (табл. 16).

Для почвы засушливого юго-востока (южного чернозема) характерно уменьшение содержания гумуса и азота в зависимости от смытости.

¹«Эрозия почв». Сборник, изд. Акад. наук СССР, Москва, 1937 г.

Таблица 16

**Содержание гумуса, азота и углерода (в %)
в почвах Новосильской опытно-овражной станции**

Месторасположение почвы	Гумус	Азот	Углерод
<i>Северо-западная экспозиция, уклон 3-4%</i>			
Водораздел	4,68	0,25	2,72
Вторая четверть склона	3,16	0,17	1,84
Третья четверть склона	2,82	0,15	1,64
Подножье склона	1,96	0,12	1,15
<i>Юго-восточная экспозиция, уклон 5%</i>			
Расстояние от водораздела (в м):			
100	3,16	0,16	1,84
200	2,82	-	1,64
500	2,43	-	1,41
600	2,01	0,12	1,17
700	1,43	0,08	0,83

Данные исследований А. П. Шапошникова (ВНИАЛМИ) в районе правобережья Волги на территории с. Нижней Банновки, Золотовского района, Саратовской области, наглядно иллюстрируют это явление.

Степень смытости почв	Процент гумуса (по Кноппу)	Процент азота
Несмытая	2,15	0,139
Сильно смытая	1,01	0,066

В отношении фосфора и калия не наблюдается такой резкой разницы. Так, для светло-серых лесных земель Новосильской станции во многих случаях отмечено, что почвы подножья склонов более богаты фосфором, чем почвы водораздела; то же самое наблюдалось и на почвах (того же типа) по Крапивенскому району, Тульской области, что было выявлено исследованиями бригады Всесоюзного института удобрений, агротехники и агролесомелиорации (ВИУАА) под руководством С. И. Сильвестрова. У сильно смытых выщелоченных черноземов, расположенных на землях нижних частей склонов, наблюдалось незначительное снижение содержания фосфора, а калия в этих же почвах было больше, чем в средне- и слабосмытых почвах.

По наблюдениям А. Н. Шапошникова, сильно смытые южные черноземы засушливого юго-востока по содержанию фосфорной кис-

лоты также мало отличаются от слабосмытых почв. Такое явление можно объяснить тем, что количество содержащегося в гумусе азота по отдельным горизонтам гумусового слоя резко падает от верхних горизонтов к нижним, чего не наблюдается в отношении фосфорной кислоты и калия; при смыве нее удаляются в первую очередь самые верхние (наиболее богатые азотом) горизонты почвы, которые при смыве резко реагируют на азот. Вследствие такого резкого при смыве снижения процента гумуса и связанного с ним азота условия роста культурных растений на смытых почвах значительно ухудшаются. В связи с этим ослабляется потребление растениями минеральных элементов почвы, которые при продолжающемся разрушении алюмосиликатных соединений почвы и подпочвы могут даже накапливаться.

Возможно, что этим именно объясняется и большая отзывчивость сельскохозяйственных культур на внесение на смытые земли азота и сравнительно слабая их отзывчивость на внесение фосфора и калия (а для последнего даже иногда и отрицательная). Это явление многократно констатировалось в опытах с удобрением смытых земель на Новосильской станции.

Заканчивая обзор качественной стороны проявления процесса смыва почвы, следует добавить несколько слов о тесно связанном с процессом смыва резком колебании толщины отдельных генетических горизонтов почвы по мере перехода от несмытых приводораздельных частей склона к более низким, наиболее смытым его частям. В этом отношении показательны были наблюдения, проведенные в 1929 г. И. С. Черниковым на довольно большой площади территории Новосильской опытно-овражной станции.

В связи с постройкой водозадерживающих валов здесь была выкопана на большой площади склона сеть горизонтальных канав, давших хорошие почвенные разрезы длиной от 200 до 300 м на различных частях распаханного склона. Это позволило проследить на большой длине (через каждые 5-10 м) все изменения в толщине и структуре отдельных генетических горизонтов одной и той же почвы, в зависимости от элемента склона.

Наблюдения эти показали, что на приводораздельной несмытой части склона толщина отдельных генетических горизонтов остается постоянной на всем почти протяжении почвенного разреза и потому отдельные горизонты почвы дают здесь на профиле почти параллельные линии (рис. 141, а). По мере продвижения к нижним частям скло-



Рис. 141. Почвенные профили, пересекающие склон в его приводораздельной части, в середине и подножии (составлены И. С. Черниковым на Новосильской опытно-овражной станции по обнажениям в свежевыкопанных канавах вдоль водозадерживающих валов)

на линии генетических горизонтов начинают все более и более колебаться, показывая в нижележащих наиболее смытых участках (рис. 141, в) очень оригинальную картину сложных колебаний, которую в свое время мы образно назвали почвенной бурей. Здесь отдельные почвенные горизонты не только потеряли всякий намек на параллельность, но во многих местах исчезли совсем. Их заменили нижележащие горизонты. Это свидетельствует о том, что почвообразовательные процессы в силу усиленного смыва приняли на таких участках склона совершенно ненормальное течение¹.

ФИЗИКО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ, СВЯЗАННЫЕ С СОВРЕМЕННОЙ ЭРОЗИЕЙ

Процесс современной эрозии не остается без влияния на другие физико-геологические процессы, происходящие на данной территории, вызывая часто новые явления, ранее не имевшие здесь места. Основные типы эрозии (размыв и смыв) существенно отличаются один от другого, и воздействие каждого из них на другие процессы различно, а потому необходимо проанализировать проявление каждого из них в отдельности.

Физико-геологические процессы, вызываемые размывом

Береговые промоины-рвы и донные водотоки, врезаюсь в грунт, прежде всего вызывают его обвалы, которые продолжаются до тех

¹А. С. Козменко. Борьба с эрозией почв, изд. 2, Сельхозгиз, Москва, 1937 г.

пор, пока откосы размывов не примут естественного угла, свойственного данному грунту. Такой обвал грунта является как бы нормальным процессом, связанным с размывом. Однако часто эти явления осложняются другими привходящими процессами, резко нарушающими нормальный ход обрушивания откосов.

Рвы и промоины зимой бывают нередко сплошь завалены снегом. Это явление особенно ярко проявляется у береговых рвов, размещенных на снеготранспортируемых экспозициях берегов. В большинстве местностей лесостепной и степной зон такие берега обращены на северо-запад, запад и север.

Весной при таянии таких снежных сугробов происходит усиленное смачивание крутых откосов, которые начинают сползать, заваливая нередко грунтом лежащий в промоинах снег. В этом случае, с одной стороны, создаются условия для медленного таяния сугроба, а с другой – возникают препятствия для свободного прохода воды по дну промоины. В результате этого вода, ища себе проход в толще сугроба и под ним, подходит то к одной, то к другой стенке промоины, вызывая ее подмыв и обрушивание. Кроме того, в таких промоинах, где вершина обычно бывает завалена снегом на большую глубину, чем в устьевой части, а на заветренном откосе слой снега имеет большую мощность, чем на противоположном, свободные от снега откосы уже в первые дни весеннего снеготаяния благодаря резкой смене дневного оттаивания и ночного замерзания начинают сильно «шелушиться», заваливая осыпающимся грунтом снежный сугроб. Снег от этого сильно уплотняется и этим еще больше усиливает указанные выше процессы неравномерного подмыва и обвала откосов промоины.

Помимо всего указанного, сугроб снега при таянии весной своим громадным весом давит на откосы промоины, вызывая сползание поверхностного грунта.

Таким образом, одновременно с появлением в берегах размывов в большинстве случаев проходят еще и такие процессы:

- а) образование внутри промоин и рвов громадных сугробов, покрывающихся сверху осыпающимся с откосов грунтом;
- б) переувлажнение поверхности откосов и их сползание, усиливающееся под давлением снежных сугробов;
- в) неравномерный, односторонний подмыв откосов водой, текущей над и под сугробом, и происходящие от этого обвалы откосов.

Чем глубже размывы, тем резче бывают выражены все эти явле-

ния: в береговых размывах, имеющих большую глубину, они бывают чаще, чем в донных (более мелких) размывах.

В тех местностях, где в берегах или в дне гидрографической сети близко к дневной поверхности залегают песчано-глинистые породы с водоносными горизонтами, размывы вызывают почти всегда оползни – этот опасный бич луговых угодий по гидрографической сети.

Можно сказать, что почти все современные оползневые явления бывают связаны с развитием размыва. Чаще и в более значительных размерах оползни приурочиваются к донным размывам, которые, размещаясь в подножье берегов, нарушают равновесие земляных масс по всему берегу и на всем его протяжении. В береговых же промоинах (имеющих значительно меньшее протяжение, чем донные размывы) по гидрографической сети, оползни сосредоточиваются обычно на небольшом отрезке одного (реже двух) откоса промоины.

Принято обычно считать, что оползневые явления бывают связаны с наличием пластов водоупорной глины, падающих по направлению к тому берегу, на котором наблюдается оползень. Однако наши исследования показали, что далеко не всегда наличие падения водоупорных глин является необходимой предпосылкой. В данном случае большее влияние на развитие оползня имеет наличие обильной грунтовой воды. Произведенное Тульской гидрологической экспедицией картирование оползневых берегов на довольно значительной площади водосборов рек Зуши и Красивой Мечи (в пределах бывшей Тульской губернии) показало, что оползни сосредоточиваются, главным образом, в берегах лощин и суходолов, обращенных на запад и близкие к нему направления. В таблице 17 приведены показатели соотношения оползневых берегов различных экспозиций.

Таблица 17

Процентное соотношение оползневых берегов различных экспозиций по водосбору рек Зуши и Красивой Мечи

Водосбор	Общая длина берегов, км	Отношение длины оползневых берегов к протяженности всех берегов, %	Отношение длины оползневых берегов данной экспозиции к протяженности всех оползневых берегов, %								
			всего	З	СЗ	ЮЗ	СВ	ЮВ	Ю	С	В
Зуши	13088	6,40	100	20,5	18,1	16,2	7,2	9,1	12,4	9,7	6,3
Красивой Мечи	14400	2,19	100	15,2	19,7	10,4	7,6	14,9	10,5	12,7	9,0

Такая закономерность отнюдь не связана здесь с определенным падением пластов водоупорных глин, потому что, например, в районах распространения угленосных глин, которые имеют явное падение на северо-восток, преобладающей экспозицией оползневых берегов является все та же западная, а не северо-восточная, как это следовало ожидать, судя по направлению падения пластов. В данном случае оползневый процесс представляет явление не столько гидрогеологическое, сколько чисто гидрологическое, связанное с усиленным увлажнением склонов и берегов западных экспозиций, накапливающих на себе зимой (как показали наблюдения Новосильской станции) наибольшее количество снежных наносов ввиду преобладания в этих районах верхних снежных метелей восточных румбов.

При прохождении около таких берегов глубоких донных размывов, прорезающих плотный покровный плащ, служащий здесь как бы опорной стеной для береговых откосов, нарушается равновесие неустойчивых (из-за наличия обильных грунтовых вод) земляных масс берега, в результате чего образуются оползни. Они при прочих равных условиях будут тем интенсивнее, чем обильнее в таких берегах грунтовые воды.

Начавшийся в береге оползневый процесс оказывает влияние и на последующий ход развития донного размыва. Вследствие вдвигания земляных масс в водоток последний сужается и заставляет тем самым проходящую по нему воду углублять русло и подмывать противоположный бок водотока; это углубление вызывает дальнейший рост оползневых явлений, а подмыв бока обуславливает обвалы отвесных его откосов.

Там, где берега имеют большую высоту, оползни принимают грандиозные размеры, вызывая даже сползание включенных в толщу берега каменистых пород, громадными глыбами которых часто в таких случаях покрывается большая часть поверхности берега.

Кроме того, нередко при больших оползнях наблюдается и смятие подстилающих рыхлых тонкоплитчатых известняков и песчаников, в которых образуются тогда изгибы и складки, дававшие повод раньше признавать в таких случаях наличие тектонических процессов, между тем как здесь складками захватываются лишь поверхностные слои коренной и вышележащая толща покровной породы, а нижележащие слои залегают нормально.

В связи с этим следует сказать здесь несколько слов о роли дислокаций в развитии эрозионных процессов.

Существует мнение, что дислокации оказывают влияние на развитие современного размыва, обуславливая односторонний подмыв и различного рода изменения в нормальном ходе этого процесса.

На основании же изложенного нами современный размыв зарождается и проходит главным образом в толще поверхностных покровных пород и лишь впоследствии вступает в массив коренных пород. Из этих данных уже можно вывести заключение, что дислокация коренных пород в сколько-нибудь заметном виде редко бывает в состоянии влиять на асимметрию боков размывов, которая подчиняется почти исключительно влиянию различной силы инсоляции. В условиях равнинной (не горной) территории дислокация могла бы оказывать свое влияние (и только очень слабое) лишь в первичной стадии развития древней гидрографической сети, обуславливая некоторое отклонение осей первичных размывов. Однако последующими стадиями сглаживания склонов и отложением покровной (лессовой или лёссовидной) породы и это воздействие должно было сильно сnivelироваться.

По нашему мнению, нужно считать поэтому мало обоснованным утверждение, что будто бы существующая по правобережью Днепра у г. Канева Каневская дислокация оказала какое-то специфическое воздействие на ход процессов эрозии в данном районе. Наши эрозионные исследования в районе г. Канева показали, что наблюдаемое здесь у основания правого берега Днепра смятие юрских и вышележащих слоев в большей степени связано с громадным оползнем-обвалом высокого правого берега Днепра, происшедшим частью в период развития третьего цикла эрозии, частью уже в современную эпоху. На это указывает смятие наравне с коренными породами также и залегающей на них лёссовой покровной породы. Таким образом, можно сказать, что в данном случае не дислокация обусловила здесь какую-то своеобразную современную эрозию (которая, кстати сказать, ничем особым от других соседних районов не отличается), а, наоборот, современная эрозия (а может быть, частью и третья послетретичная), проявившаяся в усиленном подмыве берега, вызвав здесь образования грандиозного оползня-обвала, повлекла за собой поверхностное смятие рыхлых (преимущественно песчано-глинистых) пород.

В тех лощинах, где по дну залегают мощная толща торфа, донный размыв, с образованием глубокого водотока, вызывает характер-

ные обвалы торфа большими вертикальными отдельностями, которые, падая на дно водотока, суживают, как и при оползнях, свободный проток стекающей воды. Результатом таких обвалов является дальнейшее углубление размыва и образование новых вертикальных трещин в торфе. Обвалы торфяных груд увеличивают водоток в торфе, принимающий при широком дне лощины ветвистую форму.

Там, где дно гидрографической сети бывает заболочено, развитие по нему донного размыва вызывает осушение дна и каптаж грунтовой воды водотоком.

В местах неглубокого залегания в берегах и дне гидрографической сети подземных вод береговые и донные размывы, рассекая водоносный пласт, способствуют естественному выходу подземных вод на дневную поверхность. Подобное дренирование грунтовых вод многими считается отрицательным явлением, снижающим урожайность сельскохозяйственных культур, которые в нормальных условиях могли якобы использовать для своего роста подземную воду. Из этого положения возникло мнение, что «овраги» приносят вред земледелию, понижая грунтовые воды и иссушая колодцы, питающиеся этими водами.

Такой взгляд на отрицательную гидрологическую роль «оврагов» явился результатом путаницы в толковании термина «овраг», к которому относили генетически различные эрозионные образования, о чем уже нами было ранее изложено.

В действительности дело здесь обстоит совершенно иначе. Многочисленные наблюдения, проведенные в различных эродированных районах Советского Союза, доказали, что между размывом и развитием грунтовых вод наблюдается почти всюду как бы известный антагонизм. Обычно там, где сильно развит размыв, грунтовые воды или совершенно отсутствуют, или очень незначительны. Наоборот, там, где широко распространены обильные верхние грунтовые воды, размыв, как правило, бывает слабым, а часто и совершенно отсутствует.

Это явление станет нам совершенно понятным, если учесть генезис размыва и грунтовых вод. Размыв усиленно развивается исключительно в глубоко расчлененных распаханых местностях с круто падающими склонами, где поэтому поверхностные воды интенсивно стекают, мало задерживаясь и не поглощаясь почвогрунтом¹, а потом, эти воды принимают слабое участие в питании грунтовых вод, кото-

¹Было указано, что коэффициент стока весенних вод, например, в лесостепной зоне достигает 90%; такой же величины он очень часто бывает и на юге.

рые бывают поэтому скудными, а в большинстве случаев даже и совершенно отсутствуют.

С другой стороны, если даже гидрогеологические условия местности и будут в таких глубоко расчлененных районах благоприятными для перехвата фильтрующихся с поверхности вод¹, то и в таких случаях размыв, дойдя до водоупорной глины и обнажив образовавшийся здесь водоносный пласт, вызовет усиленное увлажнение откосов размыва и будет способствовать развитию на них густой болотной растительности, которая, разрастаясь, закрепит обнаженный откос и тем самым ослабит и даже полностью прекратит дальнейший рост размыва.

На чем было основано мнение о вредном влиянии дренирования грунтовых вод «оврагами»? Ответ на это надо искать все в той же запутанности толкования термин «овраг», под которым в данном случае, несомненно, раз) мели древнюю гидрографическую сеть. Выклинивание грунтовых и подземных вод в древней гидрографической сети представляет обычное явление, не стоящее ни в какой связи с процессом размыва, который в таких случаях (при наличии выходов вод в лощинах и суходолах) часто совершенно отсутствует. Выклинивание грунтовых вод обязано бывает здесь исключительно прохождению гидрографической сетью водоносных горизонтов, залегающих в пределах окружающей водосборной площади.

Если в глубоко расчлененных районах размывы и могут обнажать водоносные пласты, то в большинстве случаев это будут пласты не поверхностные (грунтовые), а глубокие (подземные), которые на склоне, окружающем данный участок сети, обычно залегают на довольно значительной глубине от поверхности, а потому и дренирование этих глубоких горизонтов не будет иметь никакого влияния на иссушение поверхностных слоев почвогрунта, до которых воды глубоких горизонтов не смогут достигнуть никаким капиллярным поднятием.

В данном случае выход в размывах глубоких подземных водоносных горизонтов может в некоторых случаях играть даже небольшую положительную роль, выводя на поверхность глубокую подземную воду, которую легко можно использовать здесь для питьевых и хозяйственных целей не прибегая к бурению или рытью глубоких дорогостоящих колодцев.

¹Как, например, в районах с наличием в толще коренных пород мощных слоев водоупорных глин.

Отложение наносов

Результатом процесса размыва почти всегда бывает отложение выносимого водой из рвов и промоин почвогрунта.

В некоторых местностях такое отложение наносов бывает развито настолько сильно, что представляет уже большое бедствие для местного населения и хозяйства района.

Размываемый в береговых промоинах и донных водотоках грунт частично откладывается по их дну (преимущественно несколько отступя от вершины размыва), главная же масса его выносится за пределы размывов, отлагаясь в их устьях, в местах расширения дна сети и на участках с незначительным уклоном.

Образующиеся у устья размывов «конуса выносов» представляют обычно (рис. 142, 143) веерообразной формы кучевое нагромождение разнообразных пород, слагающих дно или берега сети. Такие выносы почти всегда засоряют в том или ином размере расположенные здесь уголья.



Рис. 142. Вынос ливнем щебня и камней из береговой промоины в водоток (Новосильская опытно-овражная станция. Фото А. С. Козменко после ливня 25 мая 1928 г.)

Количество несомого водой по водотокам (донным размывам) твердого материала зависит прежде всего от крутизны водосборной площади. В глубоко расчлененных районах по дну водотоков могут передвигаться громадные массы крупного камня весом до 20 кг и бо-

лее, образуя настоящие грязекаменные потоки. Крупные камни обычно осаждаются в местах впадения боковых притоков в основной, где происходит перебой основной струи и понижение от этого скорости течения. При мелких водотоках и небольшом уклоне дна суходола наносы могут выбрасываться в стороны от водотока, на прилегающее дно.



Рис. 143. Конусы выносов в устье небольших береговых промоин (водосбор – верховье р. Красивой Мечи. Фото Ю. К. Зографа)

Конуса выносов у устья береговых промоин и рвов, рассекающих высокие полукруглые берега речных долин первого типа, обычно вклиниваются в русло реки, образуя в нем песчаные или каменистые (в зависимости от коренного грунта берега) отмели и косы (рис. 144, 145).

В местах мощного развития песчаных коренных пород, в широкодонных суходолах выход песчаного наноса из водотока на прилегающие участки дна может достигать больших размеров и сопровождаться покрытием песком сплошь всего дна суходола.

Выносимый водой из донных размывов грунт может откладываться или по дну главного водотока, воспринимающего этот размыв, или в русле речной долины, куда впадает данный ствол гидрографической сети. В первом случае у устья образуются лишь небольшие скопления грунта, а остальная (большая) часть вынесенного грунта относится потоком вниз по главному водотоку. При выносе грунта из суходола в русло реки (в силу того, что течение ее имеет здесь меньшую скорость, чем в суходоле, особенно если река разливается широким потоком по пойме), выносимый из суходола крупный материал

откладывается почти сплошь в русле реки, вызывая при значительных его размерах отклонение русла к противоположному откосу, который от этого усиленно подмывается, глубоко врезаясь в пойму.



Рис. 144. Вынос щебня из большой береговой промоины в русло (р. Красивая Меча в Богородицком районе, Тульской области. Фото Ю. К. Зографа)

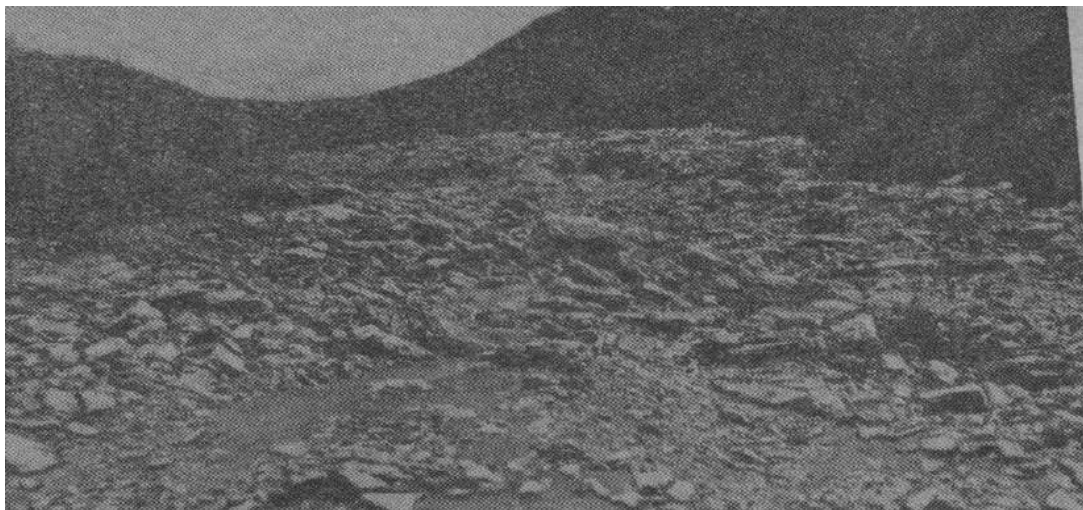


Рис. 145. Грязекаменный поток по дну водотока суходола, образовавшийся во время ливня 25 мая 1928 г. (Новосильская опытно-овражная станция Орловской области. Фото А. С. Козменко)

Наибольших размеров конуса выносов встречаются в глубоко расчлененных районах на участках с большим распространением мощ-

ных песчаных пород. В тех же районах, где коренные породы состоят из плотных каменистых грунтов, конуса выносов хотя и развиваются, но уже не достигают таких больших размеров, как на участках с рыхлыми песчаными породами. При прочих равных условиях конуса выносов из береговых промоин и рвов чаще всего бывают распространены в суходольных звеньях сети и особенно там, где нижние горизонты общей толщи коренных пород представлены песчаными грунтами.

Такие участки являются одновременно и очагами усиленного зарождения выносов из донных размывов; в таких именно местах водотоки делают резкие изгибы, вызывая этим большие песчаные подмывы в берегах (особенно солнечных экспозиций), от обвала грунта которых образуется громадная масса песчаного наноса.

Показательны в этом отношении громадные конуса выносов из суходолов правого берега в русло р. Волги на участке между с. Золотым и Нижней Банновкой и в русло р. Дона около с. Верхний Мамон (по левому берегу, ниже Павловска) и у селений Подгорского, Репина и Авилова (выше Калача) по правому берегу Дона.

В первом случае громадные выносы обязаны развитию в нижних горизонтах коренных пород (меловой системы) большой толщи рыхлых сеноманских песков, выклинивающихся в устьевой части суходольных звеньев, впадающих в Волгу. Во втором случае большие песчаные выносы из донных размывов (равно как и из береговых рвов) стоят в связи с мощным развитием на этом глубоко расчлененном участке левобережья Дона рыхлых послетретичных песков; в последнем случае (район Подгорского) имеют место выносы песков и мелового щебня. Во всех этих случаях участки русел на указанном протяжении обеих рек сильно занесены песком, препятствующим нормальному судоходству.

Характерными бывают конуса выносов в тех местах, где коренные породы состоят из песчано-глинистых пород» В этом случае конуса выносов в свежем состоянии часто представляют собой нагромождение больших глиняных шарообразных «катунов» (рис. 146), с поверхности покрытых прилипшими к ним мелкими кусочками твердых пород. При последующем подсыхании такие глиняные катуны обычно быстро раскрескиваются и рассыпаются. В некоторых местах (как, например, около размывов в берегах суходолов вблизи гор. Канева) такие катуны встречались очень больших размеров – диаметром до 1 м.



Рис. 146. Глиняные катуны в выносах из береговой промоины (р. Красивая Меча, Богородицкий район, Тульской области. Фото Ю. Н. Зографа)

Заболачивание пойм

Следует отметить, что появление в результате процессов размыва конусов выноса может в свою очередь вызвать ряд последующих явлений, в одних случаях усиливающих основной эрозионный процесс, а в других – способствующих развитию процессов иного порядка.

Конуса выносов, попадая в русло реки, отклоняют ее течение и вызывают подмыв противоположного бока русла. То же происходит и при отложении по дну главного водотока выносов из боковых протоков, где также происходит подмыв противоположного бока водотока, отклоняющегося тогда от прежнего своего направления. Это будут наиболее простые проявления этого процесса. Образование конусов выносов ведет иногда и к более сложным явлениям.

Так, если русло главной речной долины, куда впадает конус, имеет небольшую ширину и течение воды в нем слабое (что может быть при малом уклоне реки или при подпоре воды ниже расположенной плотиной), то при наличии больших выносов в русле может отложиться так много наносов, что вода реки не в состоянии будет уже пронести их за пределы конуса и тогда отложившийся материал сплошь перепрудит русло реки. Такая перепруда реки немедленно вызовет резкое повышение уровня воды в русле и если оно будет неглубоким, то вода реки начнет изливаться на пойму, вызывая ее забо-

лачивание и размыв в местах наибольшего скопления подпертой воды в пунктах перелива ее в прежнее русло. Подобного рода случай в очень резкой форме наблюдался на р. Вороне около большого с. Паревка, Кирсановского района, Тамбовской области. В этом месте в сравнительно узкое русло реки впадает большой суходол ранее бывшего здесь (теперь пересохшего) ручья Паревки, гидрографическая сеть которого почти сплошь испещрена донными и береговыми размывами, рассекающими мощную толщу коренных (сеноманских) песков меловой системы. На р. Вороне у с. Карай-Салтыково существовала водяная мельница. Администрация держала в течение ряда лет (1900-1908 гг.) подпертую воду даже в период половодья.

Весенний подпор от мельничной плотины, доходившей до устья ручья Паревки, вызывал постоянный застой полой воды в русле. Вследствие этого большая масса наносов стала почти ежегодно отлагаться в пределах русла, пока, наконец, в один полноводный год вода реки, не будучи в состоянии пронести весь нанос вниз по течению и промыть образовавшийся конус выноса, была сплошь им перепружена и начала выступать на пойму (имеющую здесь ширину до 2-3 км), заливать ее и вызывать ее заболачивание. Кроме того, вода реки, ища себе проток, стала также размывать пойму, особенно в местах перелива воды в русло (за мельничной плотиной у с. Карай-Салтыково), где появились большие русловые размывы. Перепруда русла конусом выноса вызвала также подпор воды в реке выше перевала и подпруды вышележащей водяной мельницы (рис. 147). Таким образом, конус выноса обусловил в данном случае несколько явлений: избыточный подпор воды в реке, заболачивание и размыв поймы. Вредным последствием такого перевала явилась также и большая потеря рабочей воды реки от большого испарения и просачивания на очень большой площади ее разлива по пойме.

Менее сложную форму влияния заносов русел можно наблюдать в речных долинах второго типа, имеющих широкую пойму и сильно извилистое и сравнительно узкое русло.

Выносы большого количества грунта в русло таких речных долин вызывают почти всегда поднятие дна русла, а следовательно, и поднятие уровня воды. В результате этого создаются условия для подпора грунтовых вод на окружающей пойме, которая во многих местах покрывается стоячей водой и заболачивается. Наличие заболоченных площадей и болот на большей части широких речных пойм южной степной зоны европейской части СССР является следствием именно этого процесса, связанного с большим отложением наносов в русле реки.

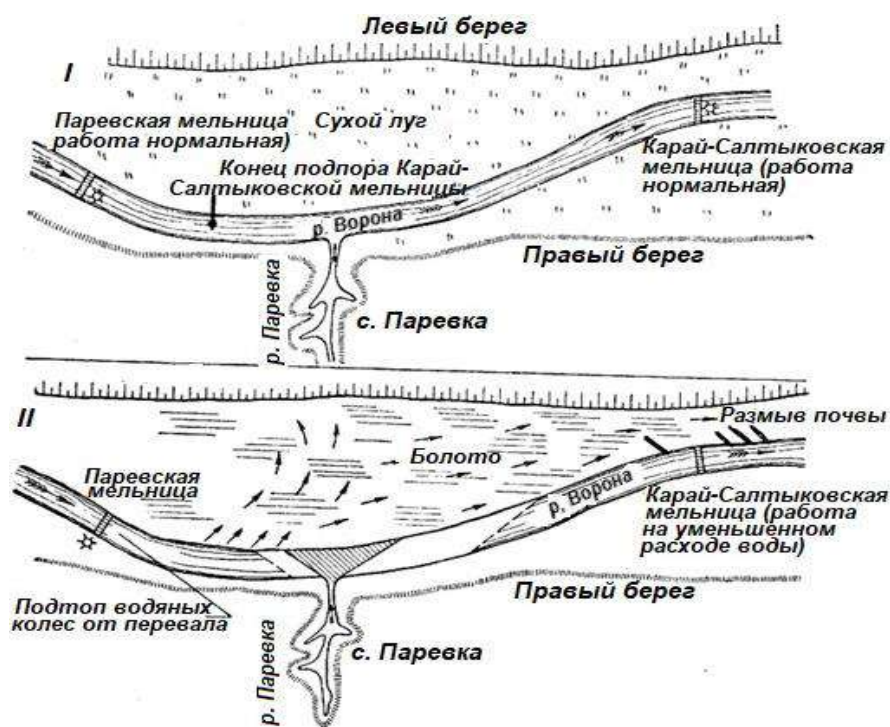


Рис. 147. Схема развития побочных процессов, вызванных образованием перевала в русле р. Вороны (с. Паревка, Кирсановского района, Тамбовской области)

Влияние размыва на изменение гидрологических условий

К последствиям размыва должно быть отнесено изменение гидрологических условий территории. Уже одно наличие глубоких впадин-размывов на пристековой части склона гидрографической сети вызывает в зимнее время перехват этими новообразованиями значительной массы снега, накапливающегося здесь в виде больших сугробов. Этим известная часть снега, выпадающего на данную поверхность, изолируется от нее и переходит в мертвый, неиспользуемый запас.

Вместе с тем береговые и донные размывы, создавая как бы добавочную канализационную сеть, ускоряют поверхностный сток вод, снижая одновременно коэффициент подземного, грунтового стока.

Количественное выражение этого процесса в целом для большого района может быть и не так велико, как это можно судить по приведенным (для водосбора р. Красивой Мечи) примерам увеличения процента расчленения территории береговым размывом, но если брать районы, наиболее подверженные размыву, и учитывать повышенную канализирующую роль донного размыва, то указанное гидрологическое воздействие на сток в таких районах может быть довольно ощутительным. Это изменение гидрологического режима в свою очередь вызывает и другие последствия в виде увеличения ис-

парения влаги и снижения влажности почвогрунта на расчлененных размывами площадях, сопровождающегося ухудшением роста растительности на окружающей территории.

Говоря о влиянии размыва на гидрологические процессы, нельзя не упомянуть и о немаловажном в этом отношении влиянии размыва на изменение состава поверхностных грунтов территории, выражающееся в обнажении на поверхность более глубоких, скрытых до этого, слоев покровных и коренных пород. Каждая глубокая береговая промоина, береговой ров и каждый участок глубокого донного водотока вскрывают совершенно новые породы, в большинстве случаев имеющие совершенно иной механический и химический состав, чем бывшая здесь ранее порода. С этим бывает связано появление новых очагов водопоглощения стекающей воды (если открывается более водопроницаемая порода) и появление новых, в большинстве случаев худших, субстратов для произрастания растительности (например, песков и песчаников, кремнистых опок, кварцитов, гипсоносных глин).

Последствия процесса смыва

Своеобразное проявление процессов смыва в виде удаления поверхностных почвенных горизонтов резко отличает этот процесс от размыва и дает своеобразные последствия, отличные от последствий размыва.

Прежде всего удаление с поверхности почвенных наиболее мелкоземистых частиц, богатых азотом и гумусом, ухудшает структуру и состав смываемой почвы, вызывая в ней нарушение нормального питательного и водного режимов, в свою очередь изменяющих условия растительной среды. Там, где смытые земли предоставляются естественному зарастанию, растительность приобретает совершенно иной облик по сравнению с тем, который присущ тем же элементам склона, но не подверженным эрозии. Так, например, исследованиями ботаника Арсеньева, проводившего на Новосильской станции изучение флоры смытых, бросовых земель, установлено, что на них бывает распространена растительность, присущая бесплодным землям. На фоне 50-60% голых мест наблюдаются такие растения, как *Poa compressa* и частично (*Triticum*) *Agropyrum repens*, *Trifolium repens*, никогда не дающие здесь полно развитых соцветий и семян. Встречаются также растения, имеющие приспособления защиты от усиленного испарения и большую кор-

невую систему: *Poa pratensis*, *Agrostis alba*, *Festuca rubra*; из сем. бобовых имеются *Medicago falcata*, *Lotus corniculatus*. Кроме того, широко распространены здесь такие мало требовательные растения, как мхи, лишайники и такой тип водорослей, как *Nostoc*, представляющий нередко на смытых землях основной фон растительности.

Как и при размыве, удаленный стекающей водой почвенный ил отлагается на участках с меньшим уклоном и на участках, имеющих какие-либо преграды, замедляющие скорость течения и способствующие отложению несомого водою почвенного ила.

Но как это ни странно, в обычной природной земледельческой обстановке осаждение смытой почвы чаще всего наблюдается не на переходе крутого пахотного участка на пологий, а на переходе распаханного участка на участок, покрытый дерном или травой, хотя бы этот участок имел более крутой уклон, чем первый. Смытые участки наиболее распространенных выпуклого и прямого склонов размещаются преимущественно на распахиваемой присетевой части склона, примыкающей непосредственно к верхней бровке берега гидрографической сети и имеющей обычно уклон 5-8%. Осаждение продуктов смыва в таких случаях происходит почти всегда на прилегающем задернованном или облесенном берегу гидрографической сети, имеющем значительно больший уклон (до 25% и более), чем указанная выше присетевая часть склона. В данном случае с первого взгляда получается как бы некоторый парадокс: на более пологих участках происходит смыв, а на более крутых – осаждение (кольматаж) продуктов смыва. Это явление объясняется тем, что процесс смыва происходит здесь лишь на участках, распаханых, а на нижележащих более крутых участках сети, но покрытых травой или лёссом, он отсутствует. В последнем случае задернованная поверхность берега своим густым «войлоком» (из стеблей и листьев) создает большие препятствия для прохождения по ней взвешенных в воде частиц почвогрунта, а также и уменьшается скорость их движения, в силу чего они и осаждаются. Если бы такая поверхность была обнажена от растительности и распахана, то на ней, конечно, никаких наносов не могло отложиться, а развился бы еще более усиленный смыв, чем на присетевой (менее крутой) части склона.

Интенсивность отложения по берегам сети почвенного ила, смытого с пахотных склонов, зависит прежде всего от величины смыва: где больше смыв, там при прочих равных условиях наблюдается и больше отложений наносов. Однако группировка таких отложений по

отдельным элементам гидрографической сети зависит от некоторых особых условий, к которым нужно отнести прежде всего экспозицию склонов, оказывающую заметное влияние на интенсивность отложения наноса по берегам сети.

На теневых берегах благодаря более густому развитию на них травяной растительности кольматаж несомой водой мути бывает более интенсивным, чем на противоположных, солнечных, берегах, имеющих обычно более слабую, часто выгорающую летом растительность, особенно в сухостепной зоне.

В глубоко расчлененных районах с крутыми распаханными склонами кольматаж продуктов смыва по задернованным берегам гидрографической сети достигает иногда таких размеров, что у подножья таких берегов образуются мощные отложения иловатого грунта (делювия), имеющие форму большого вздутия, поверхность которого в районах лесостепной зоны (богатых снегом) покрывается к тому же и массой кочек (рис. 148).

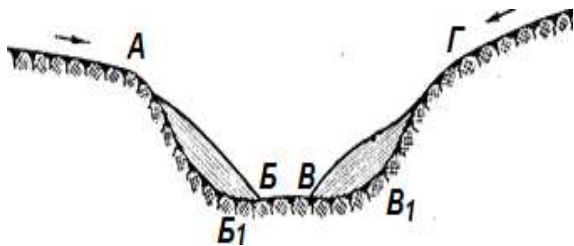


Рис. 148. Намыв почвы у основания крутого берега лощины:

AB^1B^1G – поперечный профиль лощины до образования наносных отложений почвы; $ABBG$ – профиль лощины после образования наносных отложений

Подобного рода наносные «береговые вздутия» часто сдвигаются к середине дна гидрографической сети, сужая этим проток по дну сети, которое в результате этого подвергается размыву.

По наличию нижнебереговых вздутий можно бывает более или менее уверенно судить о развитии на прилегающих распаханых склонах усиленных процессов смыва.

В тех местах, где берега сети бывают расчленены частыми боковыми короткими чашеобразного вида отвершками, смываемая в эти отвершки с окружающих склонов почва откладывается обычно в их устье, образуя характерные выпуклые выступы наподобие конусов выноса из береговых рвов, но в отличие от последних состоящие сплошь из иловатого грунта, покрытого травяной растительностью (рис. 149).

Если такие чашеобразные отвершки пересекаются в вершине концевым рвом или промоиной, тогда устьевой иловатый выступ покрывается типичным конусом выноса, состоящим из кусков (или щебня) мест-

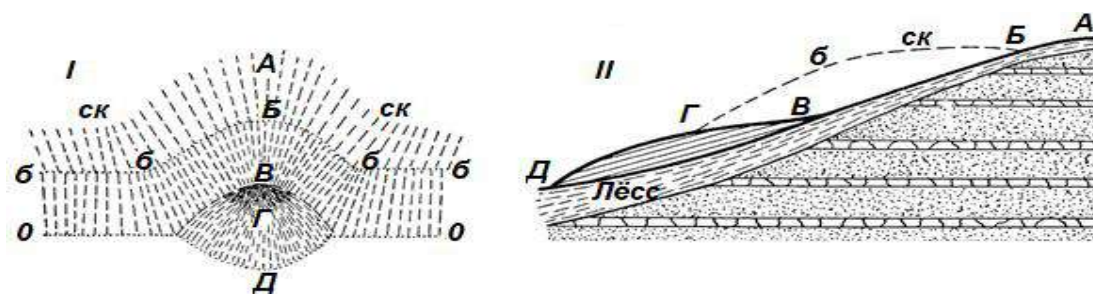


Рис. 149. Схема образования илистого конуса наноса в устье чашеобразного отвершка в берегу лощины:

I – общий вид конуса наноса; *II* – разрез конуса и дна отвершка по линии *АБВГД*; *бб* – бровка берега лощины; *оо* – основание берега лощины; *ск* – пахотный склон; *Д* – дно лощины; *БВ* – дно отвершка; *ДГВ* – поверхность конуса в разрезе

ных покровных и коренных пород, слагавших водосбор отвершков. В большинстве же случаев развитие в таких чашеобразных отвершках конечного размыва сопровождается одновременно и развитием донного размыва, вбирающего тогда в себя как выносимый из конечной промоины грунт, так и смываемую с окружающих склонов почву. В таких случаях прекращается не только отложение наносов смытой почвы, но и образование типичного конуса выноса из береговой промоины, и все такие продукты эрозии проносятся тогда уже по глубокому и суженному водотоку за пределы чашеобразного отвершка.

Оригинальную форму принимают отложения иловатых частиц, сносимых с дорог, пересекающих лощины. Смываемый с дорог почвогрунт образует по обоим берегам лощины, выступающие наносы с наибольшей толщиной у основания берега; нередко такие конусы сближаются друг с другом, создавая этим в лощине высокую поперечную перемычку, за которой часто застаивается стекающая вода, образующая здесь нечто вроде небольшого озера.

Таким впадинам в свое время мы дали название «ложных провалов» по их большому сходству с настоящими донными провалами, широко распространенными в карстовой области центральной лесостепи¹.

В тех районах, где по дну лощин распространены торфяники, смыв почвы с пахотных склонов обуславливает занос этих торфяников и остановку дальнейшего их роста. Такой процесс современного заиления заболоченных лощин представляет вообще сравнительно редкое яв-

¹А. С. Козменко. Провальные, опозневые и эрозионные образования северовосточной части Новосильского уезда, журн. «Землеведение», М. 1909 г.

ление потому что обилие верхних грунтовых вод (являющихся главным фактором создания торфяника) несовместимо с интенсивным смывом. В районах с резко выраженным рельефом, где гидрогеологические условия складываются благоприятно для поверхностного поглощения поверхностных вод и задержания их на близких к поверхности коренных водоупорных глинах, занос торфяников продуктами смыва представляет уже более распространенное явление.

В центральной лесостепи характерными в этом отношении будут районы верховьев р. Оки (выше города Орла), почти сплошь представленные в коренной своей толще юрскими водоупорными глинами; районы верховьев рек Труды и Любовши, Орловской области (близ железнодорожной станции Верховье), занятые мощными глинистыми слоями юрско-меловой системы; большая территория верховьев р. Дона и прилегающих водосборов притоков р. Упы (рек Шиворон, Шата) с широко развитыми глинами нижнего каменноугольного яруса.

Общие последствия эрозии

К последствиям процесса эрозии в целом, связанным как с размывом, так и со смывом, должно быть отнесено широко распространенное в эродированных районах явление заноса речных пойм.

Не останавливаясь подробно на этом явлении, как не входящем непосредственно в задачу нашей темы, укажем лишь, что процесс заиления речных пойм представляет собой прямое следствие процесса современной эрозии и потому по интенсивности его развития в том или ином районе можно достаточно уверенно судить об интенсивности эрозии в водосборе данной речной артерии. Обычно основная часть смытого и размывтого грунта выносится за пределы эродируемого водосбора, но все же ближайшие к месту развития эрозии участки речной поймы воспринимают довольно большое (по абсолютной величине) количество наносов и притом, главным образом, более крупных механических его фракций¹.

Строение пойм рек, имеющих в своем водосборе значительные территории сильно эродируемых земель (типичным представителем

¹В этом отношении интересен подсчет, сделанный А. М. Панковым в отношении размера аккумуляции почво-грунта для одного из районов Воронежской области, который показывает, что из всей массы смытого почво-грунта за весь период сельскохозяйственной эксплуатации района только $\frac{1}{4}$ его пошла на образование намытых почв, остальные $\frac{3}{4}$ ушли за пределы района (Сборник «Эрозия почв», изд. АН СССР).

может служить Дон на всем почти протяжении и многие из его притоков), обнаруживают почти всюду характерную их особенность: на послетретичном субстрате, представленном или слоистыми белыми песками с прослойками мелкого и крупного гравия (для пойм большого водосбора) или лёссовидным суглинком с включением гравия, песчаных или каменистых прослоек, почти всегда залегает погребенная почва черноземного, или торфянистого типа, или же почва типа свойственного прилегающим склонам, но более гумусированная, чем у последних. Поверх же этой почвы залегает слоистый песчано-глинистый, гумусированный, грязно-серого цвета нанос мощностью от 1 до 3 м, ясно отличающийся от погребенной под ним неслоистой почвы и потому всегда легко изолируемый в разрезе. Поверхность наноса бывает покрыта почвой или не покрыта ею; в последнем случае нанос непосредственно обнажается на поверхности поймы, будучи покрыт луговой или лесной растительностью (на песчаных участках поймы растительность часто может и совсем отсутствовать (см. рис. 52).

Все это ясно указывает на то, что когда-то ранее, до развития в водосборе усиленной эрозии, вода реки не выступала из русла на пойму, а умещалась полностью в русле, благодаря чему в пойме могла на послетретичной породе сформировываться нормальная для данного климатического района почва. Впоследствии, когда на водосборе возникла земледельческая культура, вместе с распашкой целинных земель и вырубкой лесов стал усиливаться поверхностный сток воды и развиваться эрозия, вызвавшие усиленный сток водой твердых частиц.

Таким образом, толщина слоя наноса, лежащего на погребенной почве поймы, является показателем продолжительности и интенсивности современной эрозии. Так как этот нанос развит в настоящее время почти на всех речных поймах рассматриваемой нами части Союза ССР, то можно утверждать, что растительная жизнь поймы тесно связана с современной эрозией, определившей существующий на ней состав и мощность поверхностного почвогрунта, так же как и ее водный режим.

На многих речных поймах около русел часто можно наблюдать наличие так называемых прирусловых (или, как часто их неправильно называют, «береговых») валов, которые часто считают всюду исключительно современным образованием, связанных с отложением весенних наносов около русел. В долинах 2-го типа современные нано-

сы, действительно, принимали и принимают участие в образовании таких прирусловых валов, являясь отложением несомого водою грунта в моменты изливания воды из русла на пойму. Однако наблюдения на поймах речных долин первого типа (р. Зуша), проведенные нами, по глубоким искусственным разрезам, сделанным поперек поймы, показали, что прирусловое возвышение может быть частично и послетретичным образованием, связанным с периодом развития древней эрозии. Доказательством этого является наличие на некоторых участках таких долин первого типа повышенной около русла мощности донного лёссовидного суглинка (рис. 150), включающего иногда в своей толще большие куски или глыбы каменистых пород – свидетелей отложения их льдинами около русла в момент перелива воды из русла на прилегающий участок поймы.

Результатом современных процессов размыва и смыва в районах развития карстовых (провальных) образований почти всегда бывает за-

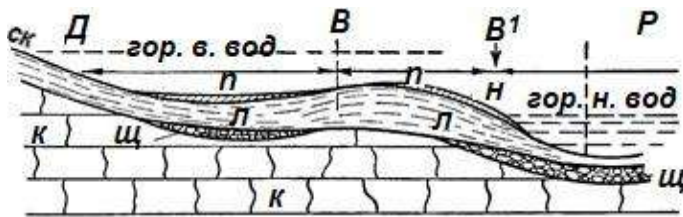


Рис. 150. Строение поймы и прируслового вала в долине первого типа (р. Зуша около с. Одинок, Новосильского района, Орловской области):

n – современная почва; *н* – нанос по прирусловому валу; *л* – лёссовидный (покровный) суглинок; *щ* – щебенистый нанос; *к* – коренная порода (девонский известняк); *ск* – нижняя часть склона; *ДВ* – пойма; *ВВ¹* – прирусловой вал; *В¹Р* – часть русла

иление донных провальных водопоглощающих воронок и провалов лощин, служащих здесь главным местом питания глубоких водоносных горизонтов, залегающих в толще девонских известняков. С явлением заиления провалов связано также и уменьшение количества воды в известняковых водоносных горизонтах и питаемых ими местных ключах, ручьях и реках, а также и усиление

донного размыва в звеньях сети, расположенных ниже провалов¹.

Наконец, как на результат процесса эрозии можно указать на наблюдаемое кое-где заиление наносом выходов ключей на дневную

¹А. С. Козменко. Провальные образования с.-в. части Новосильского уезда, журн. «Землеведение», 1909; Мелиорация водоносности карстовых районов ЦЧО и Московской области. «Труды Института гидротехники», 1933 г.; Лесомелиорация карстовых районов центральной лесостепи, журн. «Лес и степь» № 1, 1953 г.

поверхность по дну гидрографической сети. Здесь следует, однако, отметить, что далеко не всегда только одному процессу заиления можно приписывать иссякание ключей. Этот процесс в значительно большей степени зависит от общего нарушения питания водоносных горизонтов, обусловленного усиленным поверхностным стоком, препятствующим поглощению стекающей воды почвогрунтом. Наряду с этим наблюдаются и другие сопутствующие эрозии явления, изменяющие структуру почвы и обуславливающие заиление (закупоривание) не столько самих выходов ключей, сколько площадей их питания (как, например, в указанных выше случаях заиления карстовых водопоглощающих провалов). Иссякание ключей может также происходить и от общих сокращений таких земельных угодий, как леса и луга, которые благоприятствуют усиленному поглощению атмосферной влаги почвогрунтом.

К последствию эрозии должно быть также отнесено наблюдаемое в некоторых местах (правда, очень ограниченных) заиление стоячих озер, озерков и блюдц, расположенных по дну лощин (в районах донного карста) или на распахиваемых склонах (в районах распространения приводораздельного карста) Такое заиление приводит иногда к сплошному перекрытию указанных естественных водоемов.

Значительно большее распространение на рассматриваемой нами территории имеет процесс заиления продуктами эрозии искусственных водоёмов как мелких (обыкновенных прудов по лощинам и суходолам), так и больших, созданных перепрудой рек мельничными плотинами и плотинами гидростанций. Но этот вопрос касается уже не столько влияния эрозии на естественные физико-геологические процессы, сколько влияния ее на режим водопользования, что входит уже в раздел практических противоэрозионных и водорегулирующих мероприятий.

РАСПРОСТРАНЕНИЕ СОВРЕМЕННОЙ ЭРОЗИИ ПО ТЕРРИТОРИИ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ СССР

Вопрос о распространении эрозии по территории Союза ССР представляет в настоящее время не вполне еще ясную картину. Несмотря на то, что имеется немало различного рода печатных и рукописных материалов, указывающих на распространение в большем или меньшем количестве в определенных местностях так называемых

«оврагов» (размывов), точно определить на основании только этих материалов, какой тип современной эрозии развит в тех или иных районах и ее силу, не представляется возможным.

Причина этого заключается все в том же смешении современной и древней эрозии и вложении в понятие «овраг» как современных эрозионных образований (береговых промоин-рвов и донных водотоков), так и самой гидрографической сети (лощин, суходолов, долин). Поэтому, например, даже и в таких основательных старых трудах и работах об оврагах, как монография В. Масальского «Овраги черноземной полосы» или руководство Э. Керна «Овраги, их укрепление, облесение и запруживание», вышедшие несколькими изданиями (не говоря уже о более мелких работах других авторов), очень трудно бывает разобраться, что имеют в виду авторы, употребляя термин «овраги».

В одних случаях авторы несомненно имели в виду современные размывы (не указывая при этом, какие они – донные или береговые), в других определенно считали за овраги площадь, занятую гидрографической сетью. Поэтому, на основании приводимых цифровых данных о площадях, занятых оврагами, об их типах, роли и районах распространения, нет никакой возможности составить реальную картину об этих объектах.

Точно так же на основании работ других авторов, указываемых в книге В. Масальского и Э. Керна, также исследовавших «овраги», очень трудно понять, какие же имеются в виду эрозионные образования. К сожалению, в большинстве случаев авторы всех этих трудов не представляли себе ясно генезис описываемых ими объектов и смешивали воедино и древние и современные эрозионные образования. К тому же о таких эрозионных явлениях, как смыв, в этих работах совершенно почти не имеется сколько-нибудь конкретных указаний. Все это приводит к тому, что в вопросе о распространении эрозии приходится пока исходить из общих предпосылок, базирующихся на том или ином значении отдельных факторов эрозии, имеющих распространение в определенных местностях, или пользоваться материалами (очень ограниченными) более или менее точных гнездовых эрозионных обследований последнего периода. Данные этих обследований приходится дополнять некоторым фактическим материалом прежних исследований, исключая из них все вызывающие сомнения показания в отношении современной эрозии; в условиях полной распаханности земледельческой территории лесостепной и степной зон европей-

ской части СССР одним из ведущих естественных факторов эрозии (смыва и размыва), определяющим пространственное ее распределение, должна быть глубина расчленения территории гидрографической сетью, т. е. относительная разность высот высших (приводораздельных) и низших (сетевых) пунктов по линии наибольшего падения склонов. Там, где эта относительная разность наибольшая (при прочих равных условиях), более широко и резко выражена современная эрозия.

По этому признаку в районы наибольшего развития эрозии должны войти следующие территории:

1) наиболее резко выраженные возвышенности европейской равнины – Среднерусской, Приволжской, Приднепровской, Донецкой и небольшие изолированные повышенные территории, вроде Придесненской, Калачской и т. д.;

2) приречные районы равнинной части лесостепной и степной зон, примыкающие вплотную к крутым (для южной степной зоны преимущественно правым) берегам речных долин;

3) районы с мощным развитием песков и меловых пород, которые своей специфической стратиграфией и составом коренных пород создают предпосылки для интенсивного развития определенного типа эрозии на фоне более или менее выраженного основного фактора эрозии (глубины расчленения).

Рассмотрим в отдельности каждую из указанных групп площадей в отношении типа и интенсивности развитой в ней эрозии.

Среднерусская возвышенность

Среднерусская возвышенность занимает полосу, тянущуюся с севера на юг, с центральной осью, идущей примерно от г. Вязьмы на г. Орел и на юг до г. Валуйки, откуда, расплываясь на восток, она в виде Восточно-Донской гряды подходит к Дону в пунктах наибольшего его приближения к р. Волге.

На рассматриваемой нами территории в полосу Среднерусской возвышенности входит вся Тульская область, восточная половина Орловской области, почти полностью Курская область, небольшой юго-западный угол Рязанской области, крайняя западная (до р. Воронежа) и южная часть Воронежской области с небольшими узкими прибрежными полосами правобережья р. Дона в Ростовской и Сталинградской обл.

Вся эта территория в целом включает в себя три описанных нами выше глубоко расчлененных геоморфологических района: центральную возвышенную часть лесостепи, центрально-черноземный меловой район и песчано-меловой район правобережья Дона.

Насколько характерен в этих районах общий геоморфологический облик, настолько оригинальны в нем и современные эрозионные процессы и связанные с ним образования.

В дальнейшем рассмотрим в отдельности каждый из этих геоморфологических районов.

Центральная (возвышенная) лесостепная часть. Напомним, что характерными особенностями данной территории являются: нормальная расчлененность гидрографической сетью, широкое развитие в коренной толще песчано-глинистых грунтов или сплошь составляющих всю свиту в пределах разности высот высших и низших точек водосбора, или же подстилаемых на нижней половине этой свиты твердыми известняковыми породами (девонской системы). Здесь имеет место довольно мощное развитие покровной породы, придающее большинству склонов сети выпуклый книзу профиль, реже форму сильно сплюсненной кривой, характерной для суходольных звеньев. Смытые земли поэтому сосредоточиваются почти исключительно в присетевой части склонов, занимая до $\frac{1}{3}$ (а часто и более) их протяжения.

Размыв развит преимущественно в форме типичных донного и берегового размывов с большим удельным весом первого. Концевой размыв встречается не часто, преимущественно в наиболее глубоко расчлененных приречных районах. Боковой и отвершковый размывы весьма редки. Подмывы же берегов встречаются довольно часто и притом, главным образом, в суходольном звене.

Как размыв, так и смыв распространены почти в одинаковой степени, причем смыв в резкой форме начинает развиваться преимущественно на склонах тех звеньев, необлесенные берега которых имеют береговой размыв. На склонах, где развит лишь один донный размыв, а береговой размыв на необлесенных берегах отсутствует, смыв развит сравнительно слабо.

В данном районе довольно часто можно видеть случаи задержки развития донного размыва в суходольном звене под влиянием донных карстовых водопоглощающих образований (воронок, провалов, лощин), расположенных в верхних звеньях сети.

Описанный район является одной из главных территорий европейской части СССР, где эрозия развита довольно интенсивно, прояв-

ляясь вместе с тем в разнообразных формах и сочетаниях в зависимости от характера расчленения и геологического строения местности. Однако следует отметить и то, что развитие эрозии является здесь не повсеместным.

В данном случае фактор глубины расчленения территории играет ведущую роль в интенсивности эрозии, поэтому в каждом почти водосборе (большой и малой водной артерии) эрозия бывает неодинакова в различных его частях. Верховья водосбора бывают обычно слабо эродированы, зачастую на большом протяжении не имея заметных признаков эрозии. Водосбор среднего и нижнего течения тех же водных артерий бывает, как правило, почти всегда охвачен современной эрозией, достигающей иной раз колоссальных размеров.

Нами было установлено, что для описываемого района, куда входят Тульская и Орловская области и прилегающие к ним части Рязанской, Курской и Воронежской областей, наиболее эродированные участки приурочиваются к тем частям речных долин, водосборная площадь которых имеет размер свыше 2500 км². С этих пунктов долины вниз по ее течению прилегающая к долине водосборная площадь становится сильно эродированной. Исходя из данного положения и пользуясь картами районов размыва двух больших речных систем (рек Зуши и Красивой Мечи)¹, сотрудниками Новосильской опытно-овражной станции Я. В. Корневым и А. Д. Ивановским были определены для участков речной долины с водосбором свыше 2500 км², на 1 км протяжения средняя ширина площади, занимаемой интенсивным донным и береговым размывами, названная «радиусом размыва».

Этот радиус получался от деления на два площади интенсивного размыва, приходящейся на 1 км длины долины. Для большинства административных районов, входящих в водосбор р. Зуши и р. Красивой Мечи, такой радиус размыва почти всюду представляет одну и ту же величину, равную около 2,5-2,7 км.

Таким же способом был определен радиус размыва площади с интенсивным донным и береговым размывами² и для долины с водосбором от 100 до 2500 км², который оказался меньшим и равным около 1,5 км.

¹Карты районов размывов систем рек Зуши и Красивой Мечи были изданы Тульской гидрологической экспедицией в 1912 и 1917 гг.

²Под районом интенсивного размыва подразумевается та площадь, в пределах которой гидрографическая сеть подвергается усиленному донному и береговому размывам. Для большинства этих местностей такая площадь не превышает 4-5% (см. выше).

Подсчитав для восточной части Орловской области протяжение больших рек (с водосбором 2500 км^2), оказавшееся равным 389 км , и малых рек (с водосбором от 100 до 2500 км^2), составившее 1725 км , была подсчитана, исходя из указанных радиусов размыва, общая площадь с сильнодонным и береговым размывами, которая получилась равной 5510 км^2 , или $36,7\%$ от общей площади Орловской области в 20598 км^2 . Пользуясь затем более или менее точными данными, полученными для Новосильской машинно-тракторной станции (Орловской области), о размерах смытых площадей на участках с сильным размывом, была ими определена и площадь смытых земель для всей восточной части, оказавшаяся равной около 42000 га .

В эту восточную часть Орловской области вошли районы: Волховский, Верховский, Волинский. Должанский, Дросковский, Залегощенский, Знаменский, Измаилковский, Корсаковский. Колпнянский, Краснозороенский, Кромский, Ливенский, Моховский, Мценский, Новосильский, Никольский, Ново-Деревеньковский, Орловский, Покровский, Русско-Бродский, Свердловский, Сосновский, Тельчинский и Урицкий,

Такой же примерно характер носит эрозия и в аналогичной по рельефу южной половине Тульской области, где эрозия во всех ее основных проявлениях (донном и береговом размывах и смыве) также приурочена к районам, примыкающим на ширине $2,5\text{-}3 \text{ км}$ (с обеих сторон) к участкам речных долин, имеющих водосбор свыше 2500 км^2 .

Необходимо было бы определить такие же радиусы и для других, более южных районов Средне-Русской возвышенности, чего, к сожалению, пока еще нигде не было сделано из-за отсутствия сплошных эрозионных обследований на большой площади водосбора; приведенные выше цифры являются пока единственными для всей описываемой нами территории Союза ССР.

Нет решительно никакой возможности перечислять здесь все те места, где сильно развита эрозия на указанном участке Средне-Русской возвышенности; интересующихся детально этим вопросом мы отсылаем к составленным Тульской гидрологической экспедицией картам размыва водосбора рек Зуши и Красивой Мечи¹, на которых отмечены все донные и береговые размывы по гидрографической сети с подразделением их на классы по размеру занимаемой ими площади.

¹Изданы в 1912-1917 г. Тульским губернским земством.

Нужно при этом здесь отметить весьма характерный факт несоответствия фактических показаний данных карт с анкетными материалами по тем же районам, помещенными в книге Масальского («Овраги черноземной области»). В этих анкетах очень часто главное внимание обращалось на те участки и территории (уезды), для которых карты размыва дают низкие показатели размыва, и, наоборот, те местности, в которых эрозия развита особенно интенсивно, они или остались совершенно без внимания корреспондентов, или отмечались в анкетах без сколько-нибудь резкого акцента. Данное обстоятельство показывает, насколько, мало достоверными являются подобного рода анкетные сведения о таком объекте, как эрозия, о генезисе которой до последнего времени даже и у многих работников науки было весьма смутное и сбивчивое представление.

Анализируя карты размыва водосбора рек Зуши и Красивой Мечи, можно указать, что наиболее резко выраженная эрозия развита в приречной полосе р. Зуши (с ее притоками), начиная от впадения в Оку, вверх до города Мценска и отсюда до Новосилия, выше которого эрозия заметно ослабевает. Сильно развита эрозия также и по р. Красивой Мече вниз от впадения в нее р. Турдей; на этой части ее течения сильно эродированный участок шириной в ту и другую сторону от реки от 3 до 6 км протягивается вдоль речной долины р. Красивой Мечи к югу до города Ефремова, откуда, почти не прерываясь идет до впадения этой реки в Дон.

Центрально-черноземный меловой район¹

Основными геоморфологическими показателями этого района являются: а) нормальное расчленение территории гидрографической сетью с переуглубленным дном во всех почти звеньях, б) мощное развитие в свите коренных пород плотных меловых и мелоподобных грунтов, в) широкое развитие здесь мало развитых щебенистых почв, являющееся результатом слабого развития покровной породы, г) форма склонов с круто выпуклой кривой около лощин и сильно сплюсненно-выпуклой (а часто и прямой) около суходолов.

В отношении развития размыва в этом районе наблюдаются такие особенности: почти полное отсутствие берегового размыва в ти-

¹Границы этого района указаны выше.

пичной его форме; ограниченное распространение размыва донного; значительное развитие концевое и отвершковое размыва; слабое развитие подмывов берегов¹.

Все это находится в связи с большой переуглубленностью и большой шириной ложино-суходольных, суходольных и долинных звеньев, большой распространенностью чашеобразных отвершков в вершинах гидрографической сети и плотных меловых пород с ограниченным распространением покровной породы, развитой, главным образом, в приводораздельных участках сети и по дну коротких отвершков. К этим участкам гидрографической сети (с рыхлым грунтом) большей частью здесь и приурочивается размыв.

Процессы смыва распространены в данном районе в резкой форме.

Главными факторами развития этого процесса на фоне глубоко-расчленённых участков территорий служат: а) наличие большого процента малоразвитых почв, залегающих непосредственно на элювии мела или на небольшом слое лёсса, благодаря чему распаханная почва очень легко подвергается смыву; б) усиленный перевод в пахотные угодья склонов с большой крутизной (свыше 7%); в) широкое развитие опасных в отношении эрозии культур пропашных растений (подсолнечника, свеклы, кукурузы), размещаемых здесь очень часто на крутых участках склона.

С 1935 г. Мелиоративно-землеустроительным отделом Воронежского земельного управления были предприняты детальные эрозийные обследования Воронежской области под руководством Н. В. Кондратьева. Результаты этих исследований (в основу которых была положена программа аналогичных исследований Тульской Гидрологической экспедиции) частично докладывались руководителем экспедиции на различных специальных совещаниях, однако в целом эти ценные материалы по эрозии Воронежской области пока еще нигде не опубликованы, а поэтому мы не могли их использовать.

В отношении пространственного распространения эрозии в центрально-черноземном меловом районе, мы имеем пока лишь весьма отрывочные сведения по отчетным данным лесомелиоративной части Земельного отдела ЦЧО за 1927 г.

¹Подмывы берегов развиты преимущественно в береговой полосе Дона в местах слияния его долины с впадающими в него суходолами (например, у сел Терешкова, Верхний Карабут), где сосредоточиваются мощные отложения рыхлых делювиальных меловых и лёссовых пород.

На основании этих материалов, сгруппированных по существовавшим в то время округам, мы имеем следующие показатели о распространении размытых земель (табл. 18).

Таблица 18

**Распространение размытых земель
в центрально-черноземном меловом районе**

Округ	Площадь округа	Площадь оврагов	
		га	% ко всей площади округа
Острогожский	1706010	49805	2,9
Белгородский	1213720	30410	2,5
Россошанский	2149690	30000	1,4
Львовский	1930600	12900	1,2
Курский	1432700	15065	1,1

В данной сводке к «оврагам» относились не только площади, занятые размывами, но и ближайшие площади гидрографической сети, окружающие тот или иной преимущественно донный размыв.

В отношении распространения смыва¹ мы пока для этого эрозионного района не имеем сколько-нибудь определенных данных; на основании наших рекогносцировочных исследований можно лишь сказать, что смыв здесь начинает развиваться со склонов, прилегающих к ложинному звону, достигая наибольшего развития около суходольных и долинных звеньев, где этот смыв доходит до стадии не только мелкоструйчатого, но и промоинного размыва, причем наибольшему разрушению от смыва подвергаются почвы на солнечных склонах.

В среднем ширина смытого присетевого фонда составляет для солнечных склонов суходолов около 200 м, для теневых склонов – около 100 м. В некоторых местностях максимальная ширина смытой части склона доходит даже до 400 м (например, широкая ложина левого берега р. Тихой Сосны выше г. Буденного).

В данном районе довольно часто (например, по водосбору левобережья Тихой Сосны) можно наблюдать сильный смыв карбонатной почвы на склонах с уклоном выше 5% даже при наличии в верхней его половине массива леса². Здесь также нередко наблюдаются случаи

¹Первые сведения о развитии смыва на пахотных угодьях по этому району появились в 1893 г. в статьях Ф. А. Щербины «Разрушение почвенных покровов», помещенных в «Памятной книжке Воронежской губернии» за 1893 г.

²О причинах этого, связанных с отложением сугробов около опушек леса, говорилось выше.

усиленного смыва почвы по довольно распространенным широким впадинам на теневых склонах суходолов и долин.

Песчано-меловой район правобережья среднего течения Дона. Район этот лежит непосредственно к югу от центрально-черноземного мелового района, включая правобережную полосу среднего течения Дона вплоть до Калача. Специфика геоморфологических особенностей этого района по сравнению с меловым связана, главным образом, с большим развитием в нем верхней рыхлой песчаной (третичной) толщи за счет сокращения подстилающей твердой меловой. Отсюда происходят соответствующие изменения в контуре отдельных звеньев гидрографической сети и прилегающих к ним склонов, отражающиеся на значительно большем, чем в центрально-черноземном меловом районе, развитии покровной (лессовой) породы на склонах и берегах сети.

Такие своеобразные особенности внешнего и внутреннего строения района отразились и на характере современных эрозионных процессов; что проявилось здесь: в усилении (в связи с большим развитием рыхлых коренных и покровных пород) процесса размыва, захватывающего не только концевые части лощин, но и все нижележащие звенья, включительно до больших суходолов; в весьма большом распространении отвершквого (см. рис. 73) и бокового размывов; в развитии интенсивного смыва преимущественно на солнечных склонах суходольных звеньев и сравнительно слабого в других звеньях (вследствие большого распространения в верхних звеньях рыхлых водопроницаемых песков); в появлении размыва по дну древних вытянутых склоновых рвов третьего цикла послетретичной эрозии, встречающихся по крутым склонам донской долины.

Правобережный район среднего течения Дона около станицы Клетской является здесь одним из наиболее развитых очагов современной эрозии, где больших размеров размывы поставили под угрозу (заноса продуктами эрозии) большой населенный пункт – станицу Клетскую. Можно встретить на этой территории массу оригинальных эрозионных объектов, представляющих картину развития глубокого донного размыва, часто прорезающего здесь всю мощную толщу покровной лессовой породы и подстилающие пески, меловые породы и опоки третичной и меловой систем (рис. 151). Здесь же можно наблюдать и интересные случаи отвершквого размыва в мощной толще покровной породы (рис. 152), а также различные формы боко-

вого размыва в водотоках суходольных звеньев. Таким же не менее эродированным районом является правобережье Дона от станицы Сиротинской до устья р. Голубой¹ (рис. 153).



Рис. 151. Донные разрывы по боковым отвершкам в меловом берегу суходола (окрестности станицы Клетской Сталинградской области)



Рис. 152. Глубокий донный размыв в песчаном грунте в коротком отвершке лощины (станция Клетская Сталинградской области)

¹Надо к тому же отметить, что территория эта, будучи сильно прорезана почти по всем звеньям сети современным размывом, является в то же время хорошим объектом для изучения состава покровных отложений и условий распределения их по различным элементам склона, в зависимости от экспозиции и типа звена.

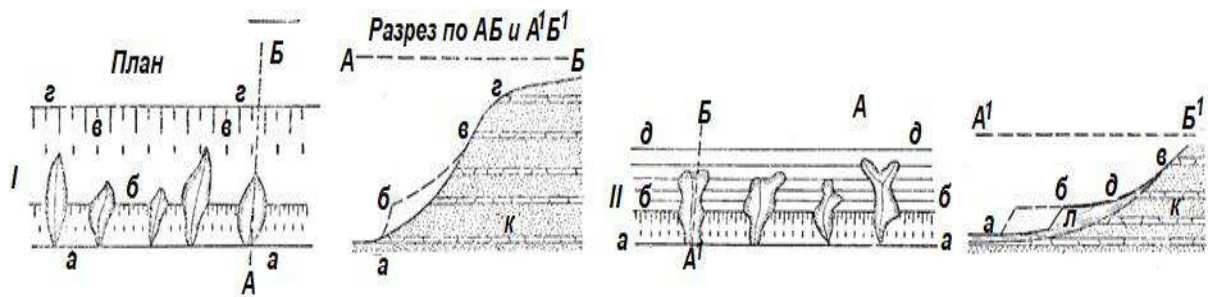


Рис. 153. Разновидность бокового размыва (в районе Среднего Дона):
 I – размыв боков глубинного водотока, подошедшего вплотную к высокому и крутому (солнечному) берегу; II – разрыв бока водотока, идущего по широкому днищу суходола; *аа* – дно водотока; *бб* – бровка водотока; *гг* – бровка берега; *дд* – дно лощины (суходола) у основания берега; *ее* – откос берега лощины (суходола); *л* – покровная порода; *к* – коренная порода

Приволжская возвышенность

Территория, занятая Приволжской возвышенностью также довольно сильно поражена эрозией, не уступающей во многих местах эрозии Среднерусской возвышенности. Приволжская возвышенность, как известно, тянется примерно от Чебоксар (на Волге) до Сталинграда, сначала (с севера) более широкой полосой (особенно на широте Куйбышев – Пенза), а затем постепенно суживается по направлению к Сталинграду; далее к югу, отступая от Волги, Приволжская возвышенность переходит в Ергенинскую возвышенность, представляющую узкий возвышенный хребет, постепенно (за г. Степное) расплывающийся в Калмыцкой низине.

Наиболее глубоко расчлененной и наиболее эродированной частью этой территории является неширокая приречная полоса, включающая в себя водосбор коротких лощин и суходолов, непосредственно впадающих в долину Волги.

В геоморфологическом и эрозионном отношении она может быть разделена на две части – северную и южную. Северная часть (от Ульяновска до северной границы Сталинградской области) включает участки правобережья среднего течения Волги, сложенные из двух резко различных по твердости толщ коренных пород; наверху твердых меловых и мелоподобных, внизу – более рыхлых, песчано-глинистых. Южная часть тянется по правобережью нижнего течения Волги от Камышина до Сталинграда и сложена почти из однообразной по рыхлости песчаной третичной толщи с включением (в различных горизонтах) песчани-

ков и кремнистых опок. Сообразно такому различию в составе коренных пород на этих участках волжского правобережья получается различный контур и различное строение покровных пород, что кладет свой отпечаток и на современные процессы эрозии.

Правобережье среднего течения Волги. Территория этого правобережья характеризуется типичной формой гористого расчленения, описанного уже нами.

На гипсометрической карте этой площади можно видеть целый ряд высоких гряд, называемых горами (Вязовые, Услонские, Юрьевы, Богородские, Сюкеевы, Тетюшинские, Ундонские, Кременские, Сенигилеевские, Новодевичьи, Жигулевские, Хвалынские, Змиевые).

Правобережная возвышенная Приволжская полоса имеет здесь ширину от 5 до 15 км расчленяется на три геоморфологические зоны – верхнюю (приводораздельную) гористую, переходную с отступающими к Волге от гористой зоны высокими грядами (барьерами) и низинную приречную в виде широких впадин, заключенных между высокими барьерами (см. рис. 9, 6; 80-84). Особенно резко обособляются эти три зоны на приречной полосе между г. Ульяновском и северным участком Самарской Луки, а затем от южного участка последней почти до г. Камышина.

Характерной особенностью развитых здесь современных процессов размыва является крайне слабое распространение типичного берегового размыва и широкое развитие донного. Это связано со своеобразным контуром берегов сети и склонов и с характером расчленения сетью территории трех геоморфологических зон. В гористой зоне мы имеем очень густое расчленение глубокой сетью. Берега этой сети, сложенные из твердой меловой породы, являются здесь как бы короткими склонами, в силу чего они не имеют достаточного для развития береговых размывов водосбора; кроме того, твердый меловой грунт препятствует их росту. В низинной зоне почти полное отсутствие высоких берегов, замененных здесь пологими склонами, примыкающими к дну сети, также не создает определенных условий, необходимых для развития берегового размыва – наличия высоких и крутых берегов. И только переходная зона с ее сравнительно длинными крутыми, но вместе с тем щебенистыми склонами могла бы служить местом для его развития. Однако отсутствие и на ней резко очерченных крутых берегов, а также плотность щебенистого грунта, препятствовали появлению здесь боль-

ших промоин и рвов. Взамен образования промоин и рвов здесь значительно чаще развиты процессы смыва в виде мелкоструйчатого размыва, переходящего иногда в опасный промоинный размыв, затрудняющий на таких склонах пахоту и заставляющий переводить их в бросовые уголья (см. рис. 139 и 140).

Что касается донного размыва, то в силу необходимых для него условий развития (наличия большой и крутой площади водосбора) этот размыв в гористой зоне развиваться не может, потому что здесь отдельные стволы и звенья сети имеют очень небольшой водосбор, а дно, состоящее чаще из твердой коренной породы (меловых пород или опок), почти всегда лишено покровной рыхлой породы. В переходной зоне донный размыв уже достигает более солидных размеров; точно так же и в низинной зоне, где дно заполнено мощной покровной породой, присутствие донного размыва в гидрографической сети представляет обычное явление. При всем этом следует, однако, отметить, что почти всюду современный донный размыв приурочивается здесь к древним глубоким руслам третьего цикла послетретичной эрозии, представляя в большинстве случаев расширение, реже углубление и удлинение, этих древних донных образований третьего цикла эрозии.

Особенно грандиозных размеров достигают донные размывы в тех участках этого района, где гидрографическая сеть прорезает рыхлые коренные песчаные породы. Характерной местностью в этом отношении может служить территория правобережья Волги между с. Трубиным и Нижней Банновкой, где в нижних частях гидрографических стволов, прорезающих правый берег, выходят мощные (до 15 м и более) слои глауконитовых сеноманских песков.

В силу легкости их размывания водотоки достигают здесь громадных размеров, образуя часто глубокие ущелья (рис. 154). Вообще же можно сказать, что современный донный размыв является здесь сопутствующим почти всем стволам гидрографической сети низинной зоны, чему особенно способствует наличие всюду в этой зоне древних донных русел третьего цикла эрозии, к которым, главным образом, и приурочивается этот доинный размыв. Последним очень рельефно выражен на территории водосбора р. Бекетовки (в районе с. Русская Бехтяжка ниже г. Сенгилея), где глубоким донным размывом охвачено дно почти всех боковых (левых) лоцин, пересекающих южные склоны суходолов Кувая и Бекетовки (рис. 155).



Рис. 154. Глубокие донные размывы в коренных песках (сеноманского яруса меловой системы) по правому берегу Волги (около с. Нижней Банновки. Фото А. П. Шапошникова)

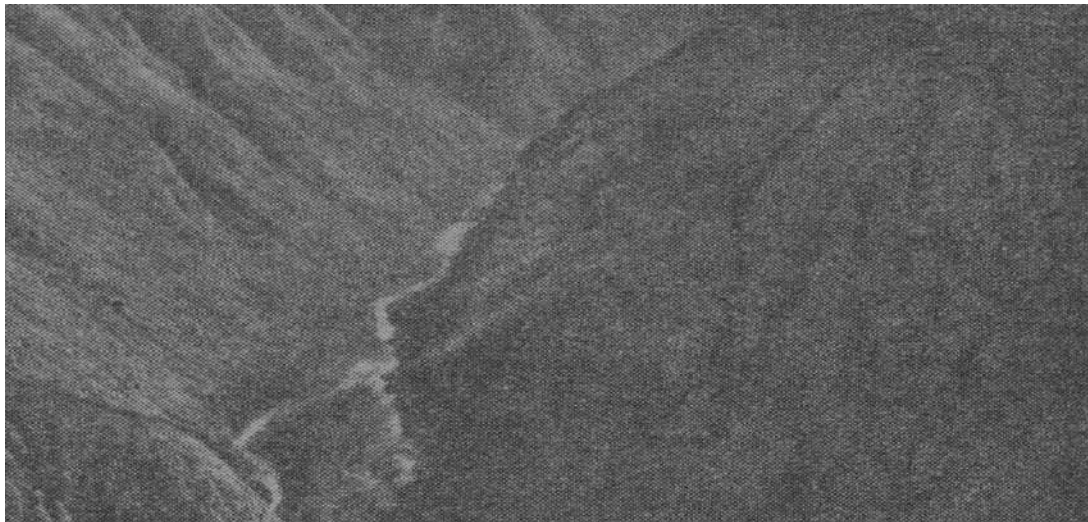


Рис. 155. Глубокие донные размывы, захватившие весь поперечный профиль древней вытянутой по склону суходола лощины (правобережье Волги у с. Русской Бехтяжки, водосбор суходола Кувая. Фото Н. В. Церлинга)

В районе Хвалынска, в силу выходов в низинной зоне более плотных песчано-глинистых (нижнемеловых) пород, донный размыв уже не достигает такой силы, как на указанных двух участках.

Кроме того, несмотря на наличие во многих местах грандиозных оползней, сужающих проток воды по дну и усиливающих этим развитие донного размыва, все же выклинивание в таких случаях грунтовой воды

и появление на откосах размывов болотной растительности препятствуют развитию здесь обычных донных размывов в больших размерах.

Как на особенность эрозионных образований этого района следует указать на большое распространение здесь отвершккового размыва в форме глубокого широкого рва, рассекающего заполненное лесом дно коротких чашеобразных отвершков; такие образования распространены на склонах гряд и барьеров переходной зоны. Особенно много такого рода размывов можно встретить в прибрежной полосе между г. Сенгилеем и с. Новодевичьим.

Для этих мест довольно типичным является наличие бокового размыва, приуроченного к древним донным руслам третьего цикла эрозии. Наиболее характерные объекты в этом отношении можно здесь встретить в больших суходолах, впадающих в Волгу, близ с. Нижней Банновки (суходолы Пустобанный, Меловой) (см. рис. 41).

К особенностям размыва описываемого района должно быть отнесено также и широкое развитие подмывов в боках древних донных русел третьего цикла эрозии; типичным в этом отношении можно считать район между г. Сенгилеем и с. Русская Бехтяжка, где мощное залегание в дне лёссовой покровной породы при наличии глубоких донных русел третьего цикла эрозии и большого уклона дна создали здесь благоприятные условия для формирования извитого водотока и связанных с ним лёссовых частых подмывов. В местах развития сеноманских песков (между с. Трубиным и Нижней Банновкой) такие же условия вызвали образование больших и частых подмывов как в лёссе, так и в песках, создавших здесь весьма яркую картину эрозионного разрушения территории с громадными выносами песчаного и лёссового грунтов в судоходное русло Волги.

Что касается распространения смыва, то все три различные геоморфологические зоны имеют свои особенности. В гористой зоне с ее частыми и глубокими лощинами и впадинами, с незначительной водосборной площадью отдельных звеньев сети, покрытой лесом или занятой лугопастбищным угодьем, смыв развивается лишь на участках, совершенно обнаженных от дерна и сильно сбитых скотом и притом лишь на солнечных экспозициях, где для зарастания поверхности травой создаются очень неблагоприятные условия.

В переходной зоне имеется уже значительно больше предпосылок для развития смыва; здесь наиболее постоянным местом смыва служат крутые склоны высоких гряд и их шлейфы, равно как и места

перехода гряд в дно суходола. Последнего рода участки более пологие, почти всегда использовались здесь как пахотные угодья, причем захватывалась постепенно прилегающая часть крутого склона; однако резвившийся здесь усиленный смыв приводил в большинстве случаев к полному уничтожению на таких шлейфах пахотных площадей, обращая их в бросовые угодья.

Наглядно это можно наблюдать на территории Хвалынских гор, вблизи г. Хвалынска, где образовалось много заброшенных шлейфовых участков среди еще большей площади сильно смытых земель переходной зоны. То же можно наблюдать и между г. Сенгилеем и с. Новодевичьим около высоких барьеров, тянущихся от гористой зоны долины Волги (Мордовские и Сенгилеевские гряды). На участке между селами Трубиным, Меловым и Нижней Банновкой также имеется немало площадей, приуроченных к переходной зоне, на которых процессы смыва достигли больших размеров и перешли во многих местах в стадию мелкоструйчатого и промоинного размыва, в силу чего здесь создан громадный фонд бросовых смыто-размытых земель.

В низинной зоне вследствие малых уклонов пахотных склонов смыв почв развивается сравнительно слабо. Главным местом его развития будут здесь нижние части солнечных склонов суходольных звеньев, где смывом охватывается полоса шириной не более 100 м (на теневых же склонах полоса смыва бывает еще меньше). Больше всего смыв в этой зоне встречается по распахиваемому дну мелких ложбин, разбросанных во многих местах по склонам низинной зоны.

Правобережье нижнего течения Волги. Большая разность высот основного водораздела и долины Волги при большой их сближенности, наличие почти однообразной на всем водосборе коренной толщи песчаных грунтов (с прослойками твердых песчаников и опок) создали здесь специфический облик этой территории, который резко отразился и на ходе процессов современной эрозии. Что касается размыва, то основное направление всему ходу этого процесса дала существующая в этом районе по всем почти звеньям гидрографической сети глубокая сеть древних размывов третьего цикла эрозии. К этой сети оказались приуроченными почти все виды современных размывов, чем предопределился и весь ход их развития.

Нигде так резко не проявилась тесная связь всех деталей развития современной эрозии с эрозией древнего третьего послетретичного

цикла, как в районе нижней Волги. В этом отношении район нижнего течения Волги может являться весьма показательным. Современный размыв принимает здесь основные формы, показанные на рис. 156.

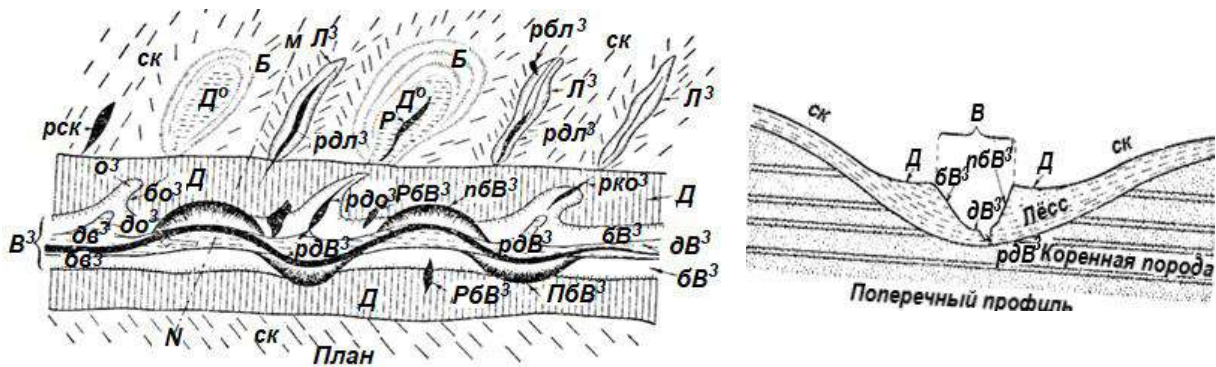


Рис. 156. Современные размывы на фоне древних эрозионных образований второго и третьего циклов эрозии по правобережью нижнего течения Волги:

$Д$ – дно суходола (второй эрозии); $ск$ – склон к суходолу; $Д^\circ$ – дно короткого (чащеобразного) отвершка (второй эрозии); $Б$ – берег отвершка (второй эрозии); $о^3$ – боковые отроги 3-ей эрозии в боках древнего донного размыва 3-ей эрозии; $бо^3$ – бока отрога 3-ей эрозии; $до^3$ – дно отрога 3-ей эрозии; $в^3$ – донный размыв (водоток) 3-ей эрозии; $бв^3$ – бок древнего водотока 3-ей эрозии; $дв^3$ – дно древнего водотока 3-ей эрозии; $Л^3$ – древний склоновый ров 3-ей эрозии; $Р$ – современный размыв дна отвершка; $Рбв^3$ – современный размыв бока водотока 3-ей эрозии; $Пбв^3$ – современный подмыв бока водотока 3-ей эрозии; $рск$ – современный склоновый размыв; $рдл^3$ – современный донный размыв склонового рва 3-ей эрозии; $рдо^3$ – современный размыв древнего бокового отрога 3-ей эрозии; $рбл^3$ – современный размыв бока склонового рва 3-ей эрозии; $рдв^3$ – современный размыв дна водотока 3-ей эрозии; $рко^3$ – современный концевой размыв бокового отрога 3-ей эрозии

1. Концевые рвы в вершине лощин как продолжение древних концевых рвов третьего цикла эрозии (рис. 157).

2. Размывы дна, а также подмывы и размывы боков древних донных размывов третьего цикла эрозии в суходольных и долинных звеньях (см. рис. 156, $Врб^3$ - $В^3пб$).

3. В этих же суходолах размывы дна боковых отвершков второго цикла эрозии (рис. 156, $р^\circ Д$).

4. Размывы дна древних боковых отрогов древних донных размывов третьего цикла эрозии: (рис. 156, $рдо^3$, $рко^3$).

5. Размывы дна длинных вытянутых древних склоновых рвов третьего цикла эрозии (рис. 156, $роЛ^3$).

6. Размывы склонов (рис. 156, $рск$).

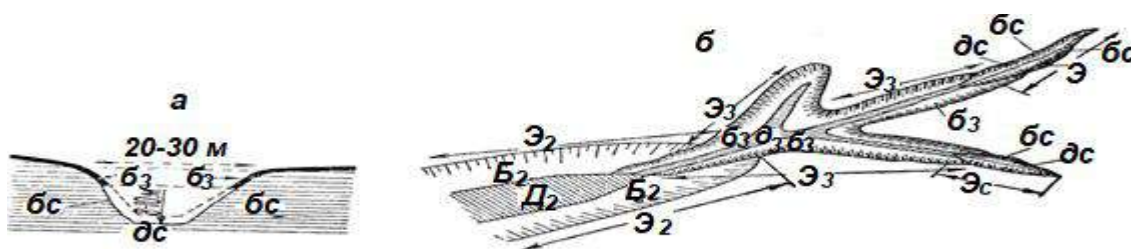


Рис. 157. Современные размывы вершин-лощин в местах развития концевых рвов третьего цикла эрозии:

а – поперечный профиль через вершину концевой (древнего) рва третьего цикла эрозии, размытую и углубленную современным размывом в его вершине; *б* – план концевой (древнего) рва 3-его цикла с современным размывом в его вершине; B_2 – берега лощины (второго цикла эрозии), D_2 – дно лощины второго цикла послетретичной эрозии; $Э^2$ – протяжение лощины второго цикла; $б^3$ – бока концевой рва третьего цикла эрозии; $д^3$ – дно концевой рва третьего цикла эрозии; $Э^3$ – протяжение концевых рвов третьего цикла эрозии; *бс* – бока современного концевой разрыва; *дс* – дно современного концевой размыва; $Эс$ – протяжение современного концевой размыва

Почти все встречающиеся здесь формы размывов (за исключением форм, отмеченных в пунктах 3 и 6) приурочиваются к древним размывам третьего цикла эрозии, являясь или их уширением или углублением и удлинением (последнее реже) (рис. 158).

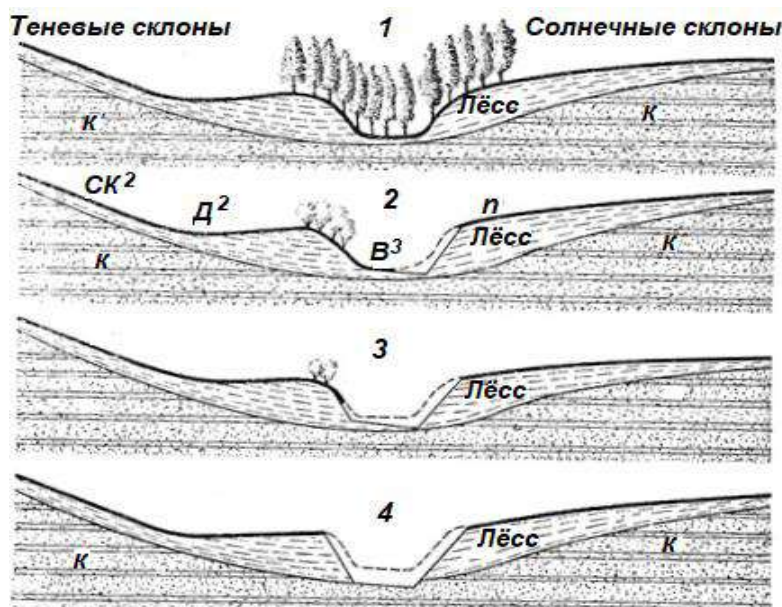


Рис. 158. Схема развития современного размыва в пределах древнего донного размыва (водотока) третьего цикла эрозии:

к – коренная порода; B^3 – водоток третьей эрозии; D^2 – дно суходола (второй эрозии); $СК^2$ – склон суходола (второй эрозии); *п* – почва; 1, 2, 3, 4 – последовательные стадии развития современного размыва

Смыв почвы приурочивается здесь, главным образом, к крутым отрезкам суходольных звеньев, покрытым небольшим слоем покров-

ной породы и занимающим среднюю часть вогнутого склона; частично смывом охватывается и нижняя (шлейфовая) часть склона.

По сравнению с районом среднего течения Волги эта часть Приволжской возвышенности в целом подвержена смыву в меньшей степени. Большое распространение песчаных, водопроницаемых толщ третичных пород сильно снижает интенсивность поверхностного стока, а отсюда и развитие смыва на склонах. Этому обстоятельству также способствует и меньшее количество выпадающих снежных осадков, являющихся в более северных районах постоянно действующим фактором в развитии процесса эрозии. Ливневой сток, играющий на юго-востоке более существенную роль в процессе смыва, проходит здесь спорадически и отнюдь не ежегодно.

В отношении количественной стороны развития эрозии в этом нижеволжском районе мы пока не имеем каких-либо точных сведений. Можно лишь для этого воспользоваться сделанными в 1940 г. Сталинградским областным земельным отделом подсчетами эродированных земель по западной (правобережной) части Сталинградской области, куда входит как весь описываемый район правобережья нижнего течения Волги, так и соседние с ним районы водосбора Дона; но так как районы низовья Дона в целом являются слабо эродированными, то приводимые цифры можно отнести преимущественно к описываемому волжскому водосбору.

Размер эродированных земель по районам Сталинградской области, расположенным к западу от долины Волги:

Категория эродированных площадей	Площадь, га
Смытые щебенистые почвы	179928
Обнаженные от почвы каменистые склоны	3100
Почвы различной степени смытости	398716
Площади, подверженные размыву	2246326
Земель эродированных и подверженных эрозии, или 37% общей площади данной территории, равной	2828070

Цифры эти, конечно, весьма приблизительные, к тому же не дающие представления о пространственном распределении эродируемых площадей в пределах рассматриваемой (возвышенной) территории области.

Приднепровская возвышенность

Приднепровская возвышенность охватывает всю правобережную (по отношению к Днепру) Украину примерно от широты г. Киева до широты г. Днепропетровска.

Она является как бы отрогом более высокой Волынской-Подольской возвышенности.

Наиболее глубоко расчленена и наиболее эродирована в ней прибрежная полоса правого берега Днепра почти от самого Киева вплоть до Запорожья шириной до 30-40 км, включающая короткие стволы суходолов и лощин, впадающих непосредственно в долину Днепра.

Наличие на этой территории сравнительно рыхлых песчано-глинистых третичных пород и мощная толща лессовой покровной породы создают при большой относительной разности высот водоразделов и низин все предпосылки для развития здесь интенсивной современной эрозии и притом преимущественно в виде размыва, достигающего на некоторых участках колоссальных размеров.

Одним из таких весьма вредоносных очагов эрозии является район окрестностей г. Канева и прилегающие левобережные участки р. Роси. Эта территория, густо расчлененная гидрографической сетью, почти сплошь изъедена глубокими береговыми и донными (часто анастомозирующимися) размывами, сопровождаемыми большим процентом смытых и неразвитых почв. Окрестности с. Пекари, Хмельняны, Конончи, Луки и Сахновки являются в этом отношении особенно характерными (см. рис. 94) по наличию частых глубоких размывов (донных, концевых и береговых), сопровождающихся выносами громадного количества песчано-глинистого грунта, заносающего широкую пойму и русло р. Роси, а также примыкающие участки поймы и русла р. Днепра. Сильно поражены эрозией и соседние приречные водосборы р. Роси и расположенные около Канева (выше и ниже) участки правобережья Днепра.

К таким же довольно сильно эродированным участкам надо отнести и часть Днепровского правобережья от г. Днепропетровска до г. Кременчуга, где при наличии глубоко расчлененной территории, большой толщии третичных песков, залегающих на гранитах, и мощного плаща покровной лёссовой породы, размывы и смывы получили сильное развитие. Размывы в некоторых местах (как, например, около

с. Мишуриин Рог) дошли, как и в Каневском районе, почти до стадий анастомоза, достигая глубины 20-30 м.

Преобладающим видом размыва, как и в Каневском районе, являются типичные донный и концевой размывы и частично береговой. В более южных частях территории, расположенной южнее Днепропетровска, присоединяется размыв боковой, преимущественно на солнечных боках глубоких донных водотоков.

В целом размывами здесь охватывается (по данным исследований Украинского научно-исследовательского института агролесомелиорации) от 4 до 9% площади¹, а сильно смытые участки пашни занимают здесь от 7 до 12% площади водосбора.

Для значительной части правобережной Украины (и в частности для правобережья среднего течения Днепра) имелись до 1941 г. довольно подробные карты распространения «оврагов» (размывов), составленные в 1930-1933 гг. бригадой сотрудников Украинского научно-исследовательского Института агролесомелиорации (под руководством Квицинского). После смерти руководителя эти материалы и карты были утеряны. Более старые материалы, собранные в период 1927-1928 г. и вошедшие в работу Розова «Овраги Украины» (1927), основывались исключительно на опросных сведениях. Розов, использовавший эти материалы в своей работе, признает их неудовлетворительными, что и подтвердилось позднее как нашими непосредственными наблюдениями по правобережью Днепра, так и работами проф. С. С. Соболева².

Не приводя поэтому цифровых материалов, касающихся площади оврагов, укажем лишь, что и на основании карты С. С. Соболева и наших личных обследований все правобережье Днепра от Киева до Днепропетровска должно быть отнесено к территории, сильно подверженной эрозии как в виде размыва, так и в виде смыва.

Донецкий кряж. Среди всех возвышенностей, встречающихся на равнинной территории европейской части Союза ССР, Донецкий кряж резко выделяется по своей высоте, составу и строению коренных пород, его слагающих, во многом при этом напоминая типичные горные территории.

¹Цифры эти несколько преувеличены; они охватывают не только собственно размывы, но частично и примыкающие к нему участки гидрографической сети. (Сборник «Борьба с эрозией», статья М. М. Дрюченко, изд. Акад. наук СССР, Москва, 1938 г.).

²С. С. Соболев. Эрозия почвы на территории Украинской ССР, журн. «Почвоведение» № 3-4, 1943 г.

В пределах Донецкого кряжа, в особенности в центральной наиболее возвышенной его части, можно нередко видеть склоны, расчеченные выступающими каменистыми грядами и шишками, круто наклонными в ту или другую сторону, изогнутыми в различной величины складки и даже просто поставленными вертикально (на голову). В силу мощного развития здесь твердых каменистых пород – известняков, песчаников, кварцитов, глинистых сланцев (каменноугольного периода) – покровная порода развита весьма слабо, нередко даже и сплошь отсутствует на большей части склонов, особенно солнечных экспозиций. Состав поверхностных грунтов обуславливает развитие здесь преимущественно смыва и весьма слабое развитие размывов. Размывы встречаются в этом районе исключительно почти в форме донного и очень редко в форме концевого размыва, что объясняется каменистостью и малой податливостью выветриванию толщи коренных пород, представленных в данной местности в виде твердых кремнистых песчаников, известняков, доломитов и кварцитов. Тонкоплитчатые глинистые сланцы, встречающиеся часто в толще коренного грунта, представляют здесь субстрат, также трудно поддающийся выветриванию и размыву. Развитию размыва в этом районе препятствовало, кроме того, и весьма незначительное распространение покровной породы. В силу всего этого наблюдается преимущественно мелкий, незначительный по величине размыв, сосредоточенный исключительно по тем участкам дна гидрографической сети, где сохранилась небольшая толща рыхлого элювия указанных пород.

Все сказанное выше достаточно ясно говорит о том, насколько неточными являются сведения, опубликованные в некоторых специальных работах о якобы большом распространении в Донбассе оврагов, под которыми, несомненно, в данном случае подразумевали глубокую древнюю гидрографическую сеть, сплошь прошедшую здесь в каменистых породах и дополнительно углубленную в период третьего цикла эрозии, от которой остались здесь следы в виде характерных глубоких донных (ныне сухих) русел.

Следует также критически относиться и к цифрам, характеризующим распространение в Донбассе больших площадей смытых почв, в большинстве относящихся к категории мало развитых и неразвитых почв; между тем на основании указанных цифровых показателей делались даже соответствующие подсчеты (путем сравнения

мощности гумусового горизонта на склоне с почвой на водоразделе) о громадных размерах выносов почвы с поверхности склонов и выносов питательных веществ.

Не отрицая наличия здесь процессов смыва, нужно все же отметить, что существование на склонах больших площадей неразвитых и притом почти всегда щебенистых почв в значительной степени должно снижать энергию смыва. Смыв здесь имеет возможность развиваться лишь на весьма крутых и длинных склонах, и то, главным образом, на нижней их трети, где в большей массе бывают накоплены мелкие лёссовидные продукты выветривания, которые легко поддаются смыву под воздействием значительных масс поверхностных вод, подтекающих сюда с вышележащего более длинного и более крутого отрезка склона.

Наиболее характерными по интенсивности развития эрозии пунктами в центральной части Донбасса являются участки в районе около станции Кипучей по приречным водосборам р. Белой и территории Штергрэса около станции Криндичевки (Красный Луч), входящей в водосбор р. Миуса. Малое распространение смытых почв обязано также и тому обстоятельству, что благодаря частому выступу на поверхность гребней каменистых пород значительная часть склонов не распахируется, а обращается под залежь.

ЭРОЗИОННЫЕ РАЙОНЫ ВНЕ БОЛЬШИХ ВОЗВЫШЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Описанные выше территории лесостепной и степной зон европейской части СССР являются наиболее обширными плацдармами интенсивного развития процессов современной эрозии. Однако довольно сильно развитую эрозию можно иногда встретить на небольших изолированных участках и в других местностях, не входящих в территорию, занятую описанными выше большими плацдармами возвышенностей. Такие местности на гипсометрической карте отмечаются обычно в виде небольших отрогов, отходящих от основных возвышенностей, а иногда в виде изолированных высоких участков, лежащих в пределах площадей, именуемых на этой карте «равнинами» и даже «низменностями». Эти небольшие эродированные участки почти всегда находятся в прибрежной полосе какой-либо большой речной долины, примыкая к ее высокому берегу, расчлененному глубокой сетью коротких стволов суходолов и лощин.

Из таких участков по лесостепной зоне должны быть отмечены на севере следующие районы Украинской ССР. Придеснинский правобережный район среднего течения Десны, тянущийся от г. Трубчевска почти до устья р. Сейма, на этом участке реки сосредоточено несколько гнезд весьма интенсивной эрозии, проявляющейся, главным образом, в виде глубокого донного и берегового размывов, охватывающих почти сплошь существующую здесь густую и глубокую гидрографическую сеть, покрытую мощной толщей лёссового покрова.

Местность эта может считаться классическим районом глубокого размыва в лёссовой толще, дающего громадные выносы этой породы в русло р. Десны. Район селений Мезени, Покошичи, Ириски, Поноринцы, Редичева, Вишеньки и Оболоньи представляет собой картину огромных разрушений земельной территории размывом, нашедшим здесь все подходящие условия для интенсивного своего развития.

Район правобережий среднего течения р. Псела, Ворсклы, Ореля, Хорола и Сулы в центре левобережной части (Украины) на участках, примыкающих к речным долинам и большим суходолам, имеет очень много эродированных площадей, преимущественно пораженных донным и концевым размывами, проложившими свой путь сквозь мощные толщи лёсса.

В центрально-черноземной степной полосе левобережный район среднего Дона с глубоко расчлененным рельефом является как бы левобережным отрогом Среднерусской возвышенности и именуется Калачской возвышенностью; здесь вблизи больших суходолов развит значительный донный размыв в коротких лощинах. Смыв здесь также имеет место, особенно на склонах солнечных экспозиций, примыкающих к суходолам, обнажающим мощные меловые толщи.

Небольшой участок левобережья Дона около с. Верхний Мамон, примыкающий с запада к району левобережья среднего течения Дона, весьма оригинальный по интенсивности и характеру развития эрозии. Это почти единственно известный нам случай громадного развития размыва в толще послетретичных песков, сформировавшихся здесь в период первого цикла эрозии в виде весьма мощного (до 20-30 м) наноса, расчлененного затем нормально разветвленной гидрографической сетью и прикрытого (как и склоны) мощной покровной лёссовой породой. Все это при наличии большой разности высот водоразделов и поймы Дона создало предпосылки для грандиозного развития

эрозии преимущественно в форме размывов. Размывы представлены глубокими водотоками по дну лощин и широкими, но мелкими водотоками по песчаным суходолам, громадными береговыми и концевыми рвами, и, наконец, серией больших подмывов, обнажающих пески, на солнечных экспозициях и лёссовые породы на теневых.

Характерная картина громадных эрозионных разрушений территории дополняется здесь выносами продуктов размыва, заносающих как широкое дно суходолам, так и русло р. Дона, на близлежащих участках которого образовалось много больших отмелей, препятствующих судоходству.

Имеется несколько очагов эрозии севернее этого участка Дона по правобережью р. Битюг. Они приурочены, главным образом, к коротким лощинам и суходолам, впадающим в долину этой реки со стороны крутого берега. Среди эрозионных очагов особо следует указать на участок около г. Боброва, изобилующий глубокими донными размывами, в некоторых местах небезопасными здесь для жилых строений города и дорог.

Прибрежная полоса глубоко расчлененного рельефа, расположенная по правобережью р. Вороны ниже города Кирсанова на конечных (юго-западных) ответвлениях Чембарского отрога Приволжской возвышенности также поражена в некоторых местах весьма интенсивным размывом, захватившим мощные толщи глауконитовых песков сеноманского яруса меловой системы. В этой местности должна быть отмечена большая площадь водосбора ручья Паревки, проходящего около села Паревки, водосбор этот представляет собой сплошное гнездо донного и берегового размывов, дающее столь обильный вынос песка, что им было занесено в (период 1904-1906 гг.) сплошь все русло р. Вороны, благодаря чему вода этой реки, не имея определенного протока, стала разливаться по всей широкой пойме, превратив ее на большом протяжении (вниз по долине) в непроходимое пойменное болото.

В южных районах РСФСР, в низовье Дона и Волги в связи с уменьшением по мере приближения к устью этих рек глубины расчленения рельефа современная эрозия значительно ослабляется, развиваясь лишь небольшими гнездами в правобережной полосе почти исключительно у самой речной долины и частично лишь в ближайших к ней участках.

Такую, например, картину мы можем наблюдать от Ростова (на Дону) вверх по реке до устья Северного Донца. На этом перегоне по

сравнительно более высоким, но все же сильно сглаженным участкам правого берега в местах расчленения их короткими чашеобразными впадинами-отвершками можно наблюдать присутствие донных в настоящее время почти затухающих размывов, а на небольших участках также и наличие смыва (главным образом, на стыке высокого, более крутого и сильно сглаженного участка склона). По реке Северному Донцу от его устья до впадения Белой Калитвы и несколько выше последней речная долина является долиной первого типа, имея чередование весьма высоких полукруглых крутых участков берега то с той, то с другой стороны с пологими низкими участками. Первые – крутые участки являются наиболее подверженными размывам, которые, несмотря на большую высоту и крутизну берегов, не могут здесь достигнуть больших размеров из-за наличия в берегах и на прилегающих склонах большой толщи твердых каменистых пород (каменноугольной системы), сильно препятствующих (как отмечалось и в Донбассе) развитию на таком субстрате больших промоин. Этому не благоприятствует и недостаточное количество выпадающих в районе зимних осадков, создающих в других местах большой весенний сток. Смыв, как и в низовье Дона, развивается преимущественно на небольших участках, расположенных на стыках между крутыми и пологими отрезками берегов долины.

РАЙОНИРОВАНИЕ СОВРЕМЕННОЙ ЭРОЗИИ

Первая попытка районирования эрозии была сделана нами в 1909-1910 гг., после того как Тульской гидрологической экспедицией были собраны обширные эрозионные материалы по территории бывшего Южно-Тульского края. В основу проведенного районирования эрозии была взята нами интенсивность развития размыва в пределах того или иного водосбора.

Пользуясь составленными детальными картами размыва, на которых были нанесены все береговые и донные размывы с указанием их размеров по принятой экспедицией классификации, были тогда выделены по ним специальные районы. Исходя из следующих установок в район слабого размыва были отнесены водосборы, в которых необлесенная гидрографическая сеть была лишена донного и берегового размывов или, в крайнем случае, донный размыв представлен

был спорадически разбросанными водотоками наименьшей ширины (I класса) сплошь или частично задернованными.

В район средней силы размыва отнесены были водосборы, по необлесенной гидрографической сети которого встречался лишь один донный размыв, береговой же размыв или совершенно отсутствовал, или же встречался в виде единично разбросанных небольших промоин (I класса).

В район сильного размыва включались водосборы, необлесенная гидрографическая сеть которых имела и донные и береговые размывы; при этом ввиду наличия больших различий в интенсивности донного и берегового размывов выделенные по такому способу районы были затем подразделены на два района – районы сильного и районы очень сильного размыва. В районы сильного размыва вошли водосборы, в которых при наличии донного размыва (сплошного или прерывистого) береговой размыв был представлен промоинами размером до IV класса включительно, а в районы весьма сильного размыва – водосборы с резко выраженным и сплошным донным размывом и береговым размывом наивысших классов (свыше IV).

Схема выдела различных районов размыва представлена на рис. 159.



Рис. 159. Схема выдела районов размыва различной интенсивности: *aaa* – площадь водосбора, входящая в район слабого размыва (в сети отсутствует донный и береговой размыв); *vvv* – площадь водосбора, входящая в район средней силы размыва (в сети имеется лишь один донный размыв); *sss* – площадь водосбора, входящая в район сильного размыва (в сети имеется и донный и береговой размыв)

При проведении такого районирования были приняты некоторые допущения в отношении отдельных мелких участков, заключенных среди основных районов, отличавшихся от последних специфическим характером размыва. Так, например, водосборы облесенных

лощин, лишенные донного и берегового размывов, но расположенные внутри большого массива, имеющего размывы, относились к тому району, к которому отнесены водосборы с данным типом размыва. Необлесенные водосборы небольших концевых участков лощин, не имеющие размыва, при наличии ниже по тому же звену размыва соответствующего эрозионного района, включались в этот последний, не выделяясь в район слабого размыва.

По такому способу было проведено районирование размыва и по всем остальным обследованным районам бывшего Южно-Тульского края, в общей сложности на территории площадью около 16 тыс. км².

Уменьшенная и несколько схематизированная копия трехверстной карты районов размыва по одному из больших водосборов юга бывшей Тульской губернии (водосбору р. Зуши) показана на рис. 160¹.

Выделенные по такому методу районы получали довольно прихотливые очертания, отражающие фактическое состояние процесса размыва к моменту обследования.

Как правило, в таких картах каждый сколько-нибудь большой водосбор включает почти все (три или четыре) районы размыва и нет такого водосбора или небольшой реки, которые входили бы полностью в какой-либо один район размыва. Оно и понятно, размыв на фоне общей распаханности территории в основном отражает различие в глубине гидрографической сети и крутизне прилегающих склонов, а так как эти последние условия изменяются, усиливаясь от верхних звеньев сети к нижним, то в этом направлении, конечно, и должно проходить усиление процессов размыва.

Как видно из этих карт, площадь района с большей интенсивностью размыва постепенно расширяется по мере перехода от верхнего звена сети к нижнему, охватывая с устья все большую и большую площадь впадающих в главный ствол сети боковых отрогов.

Для водосбора р. Зуши на протяжении речных долин, имеющих водосбор менее 2500 км², весьма сильным размывом охватывается полоса шириной в 1 км, а сильным размывом полоса – 2,15 км; в сум-

¹Карта районов размыва р. Зуши, верховьев рек Труды и Плавы (площадью около 4000 км²) издана Гидрологическим отделом Тульского губернского земства в 1912 г. и вошла в сборник гидрологических карт первого выпуска I района бывшей Тульской губернии, выпущенный из печати в 1912 г. Такая же карта районов размыва по II району Тульской губернии (водосбор Красивой Меч 4) была частично закончена в 1917 г. Отдельные оттиски ее (с нанесением одних районов размыва без площади лесов, как то было в карте I района) хранятся в отделе эрозии Всесоюзного научно-исследовательского института агролесомелиорации.

ме же полоса весьма сильного и сильного размывов достигает ширины 3,2 км или по одну сторону долины – 1,6 км (последняя величина составляет «радиус размыва»).

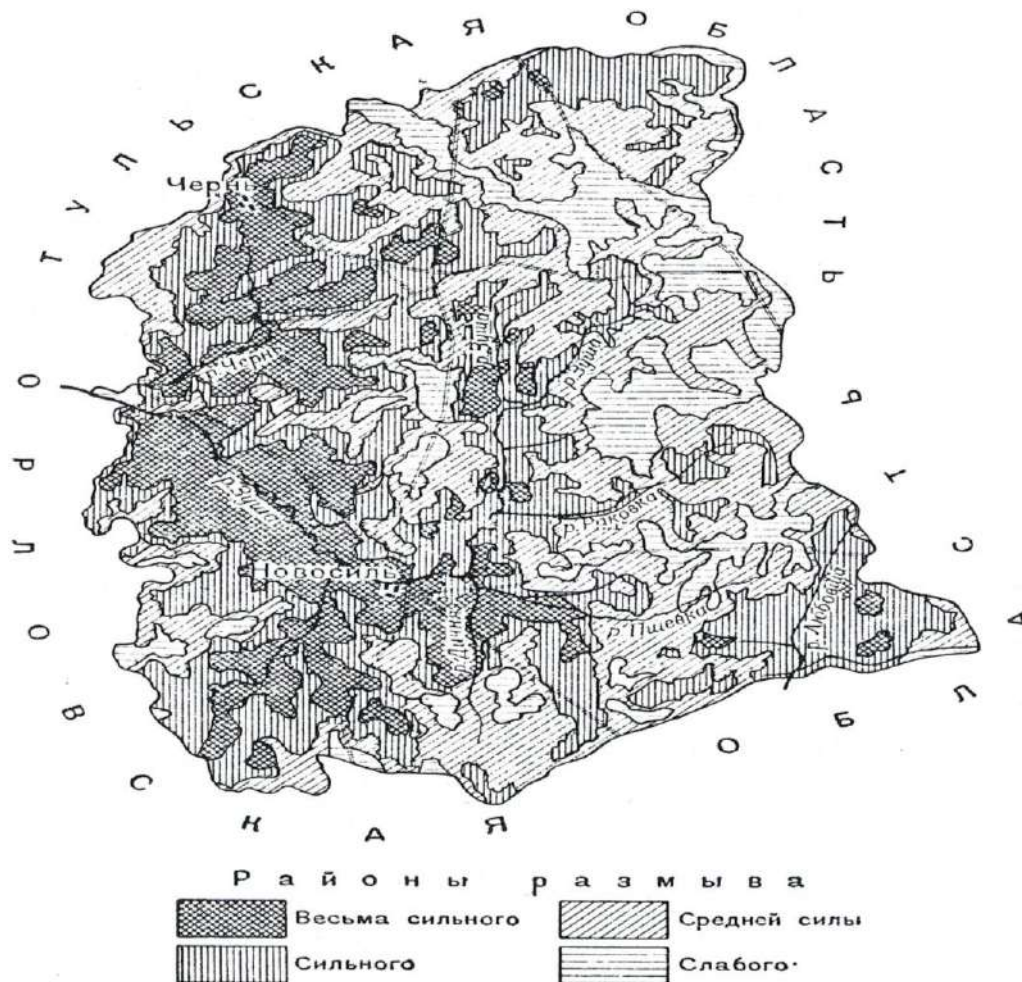


Рис. 160. Уменьшенная копия трехверстной карты районов размыва водосбора рек Зуши и Плавы в пределах бывшей Тульской Губернии, составленной в 1912 г. Тульской гидрографической экспедицией под руководством А. С. Козменко

По той же речной долине, вступая в ту ее часть, где водосбор достигает свыше 2500 км², полоса очень сильного размыва достигает ширины 3,33 км, но зато полоса сильного размыва суживается до 1,95 км; здесь большее преобладание получают уже районы весьма сильного размыва. В сумме по обеим сторонам долины полоса сильного и весьма сильного размывов будет здесь равна (3,3 + 1,95)5,28 км, а радиус размыва составляет 2,64 км.

Таким образом, всюду почти получается определенная закономерность в распределении районов различной интенсивности размыва по водосборам больших речных систем.

В силу более или менее однородной схемы соотношения рыхлых и твердых коренных пород и однообразного профиля склонов территория б. Южно-Тульского края могла быть удачно районирована в эрозионном отношении в зависимости от интенсивности развития размыва. В данном случае с интенсивностью размыва здесь прямо связана интенсивность смыва и его распределение на склонах. Такое районирование в этой лесостепной зоне вполне оправдывает себя и с практической (производственной) стороны, давая возможность по выделенным районам размыва районировать и намечать все главнейшие противоэрозионные, водохозяйственные и другие мероприятия.

Выделенные районы размыва, базируясь на величине углубления гидрографической сети и увеличении уклонов прилегающих склонов, при наличии почти одинакового строения толщи коренных пород представляют собой и районы различной крутизны рельефа; сгруппировав этим в себе целый комплекс практических показателей, связанных с глубиной расчленения рельефа. К этому комплексу можно отнести, например, различную крутизну пахотных склонов и связанную с ним различную трудоемкость проводимых на склоне сельскохозяйственных работ, различные увлажнения почвы, снегоотложение, условия стока поверхностных вод и иссушения почвы, условия транспорта и прудового водоснабжения.

Неодинаковой интенсивности размыва обычно соответствует в условиях рассматриваемого края и неодинаковая интенсивность процесса смыва на присетевой части пахотного склона. Районы различной интенсивности размыва поэтому являются для данной территории одновременно и районами различной интенсивности процесса смыва, а это выражается в различной ширине смытой полосы присетевой части склона в пределах отдельных районов.

Поэтому различным районам размыва должны соответствовать: определенная степень пораженности территории процессами смыва; степень потребности территории, входящей в район, в специальных мероприятиях по ликвидации и восстановлению смытых земель (специальные приемы обработки и ухода за почвой, внесение удобрений, севообороты, виды тягла и т. п.); различная интенсивность заноса

угодий и русел рек продуктами эрозии и много других показателей, связанных с интенсивностью развития процесса размыва и смыва.

Для условий б. Южно-Тулльского. края и соседних аналогичных с ним по рельефу и геологическому строению территорий центральной лесостепной зоны эрозионное районирование по указанному выше методу может дать конкретные показатели, более или менее хорошо освещающие не только эрозионную специфику отдельных районов, но и состав и условия применения определенных мероприятий по мелиорации земель и водоносности выделенных районов.

И с этой точки зрения указанный метод районирования мог бы вполне удовлетворять производственные потребности обследованного края; однако он не может являться вполне приемлемым для эрозионного районирования всех других территорий нашей Европейской равнины, потому что требует сплошного детального обследования территории в отношении размыва. Необходимо было поэтому искать иные, более упрощенные методы, базирующиеся на каких-либо иных сочетаниях естественно-исторических факторов.

В 1934 г. А. М. Панковым была сделана некоторая попытка наметить схему географического распределения эрозии почв в пределах европейской части СССР¹. Исходя из положения, что основным моментом, определяющим смыв почв, являются осадки и притом, главным образом, ливни, А. М. Панков считал возможным по данным карты повторяемости ливней (составленной Л. С. Бергом) группировать районы эрозии, имея при этом в виду, что выделенные таким путем участки распространения больших ливней и дождей обычно совпадают и с наиболее возвышенными частями территории Советского Союза.

Этими показателями А. М. Панков и ограничился, давая схему районирования эрозии. В его предпосылках правильным является указание приуроченности современного размыва к более или менее возвышенным территориям СССР, с указанием же его на связь смыва почвы с ливнями нельзя вполне согласиться, потому что для большей части эродированной территории европейской части СССР решающую роль в развитии смыва играют не столько ливни, сколько талые (снежные) воды. Весной верхний, лежащий на мерзлой подстилке, слой талой почвы представляет собой сплошь «эмульсию», которая под влиянием даже небольшой струи воды быстро смывается с мерзлой подошвы. Кроме

¹А. М. Панков. «К географии и картографии почвенной эрозии», журн. «Почвоведение» № 6, 1934 г.

того, и непосредственные опыты над смывом почвы весной и летом показывают, что весенний смыв значительно превосходит летний.

В той же статье А. М. Панков анализируя все факторы эрозии, выставляемые Бевером (количество и интенсивность дождя, величина и уклон площади, природа и количество растительности, физические свойства почвы) и добавляя к ним еще дополнительно два новых фактора: время и совокупность культурной жизни почвы, совершенно правильно разделил эти факторы на две группы: на постоянные (метеорологические условия, рельеф с геоморфологией района, величина водосборной площади и характер почвенного покрова) и переменные (остальные). В основу географического распределения он предложил принимать лишь постоянные факторы. Установив такой принцип районирования, автор в то же время остановился лишь на одном из этих постоянных факторов – на осадках, причем он не учитывал осадки в целом, а считал возможным принимать их лишь в части, касающейся ливней. Это условие является, кстати сказать, неустойчивым (во времени и территориально) и даже на весьма ограниченной территории. Другой постоянный фактор – характер рельефа А. М. Панков как бы подгоняет к первому (к ливням) и не считает его самодовлеющим. Общая концепция А. М. Панкова получилась неясной и не привела его ни к каким реальным построениям.

В 1938 г. проф. С. С. Соболев провел большую работу по специфической интерпретации существующей гипсометрической карты европейской части Союза ССР в отношении глубины расчленения рельефа, определяя ее путем вычисления для различных пунктов территории относительной разности высот водоразделов и низин и сопоставления ее с густотой ветвления гидрографической сети, по данным имеющихся топографических карт.

На основании этих измерений и имевшихся у автора сведений об распространении эрозии им была составлена схема районов распространения эрозии на возделываемых землях европейской части СССР (рис. 161). Эта схема представляет собой упрощенную гипсометрическую карту европейской части СССР, где возвышенности и низины включены были в соответствующие эрозионные районы, каждому из которых дана характеристика, базирующаяся на наличии в том или ином районе овражной и плоскостной эрозии (размылов и смывов той или иной интенсивности).

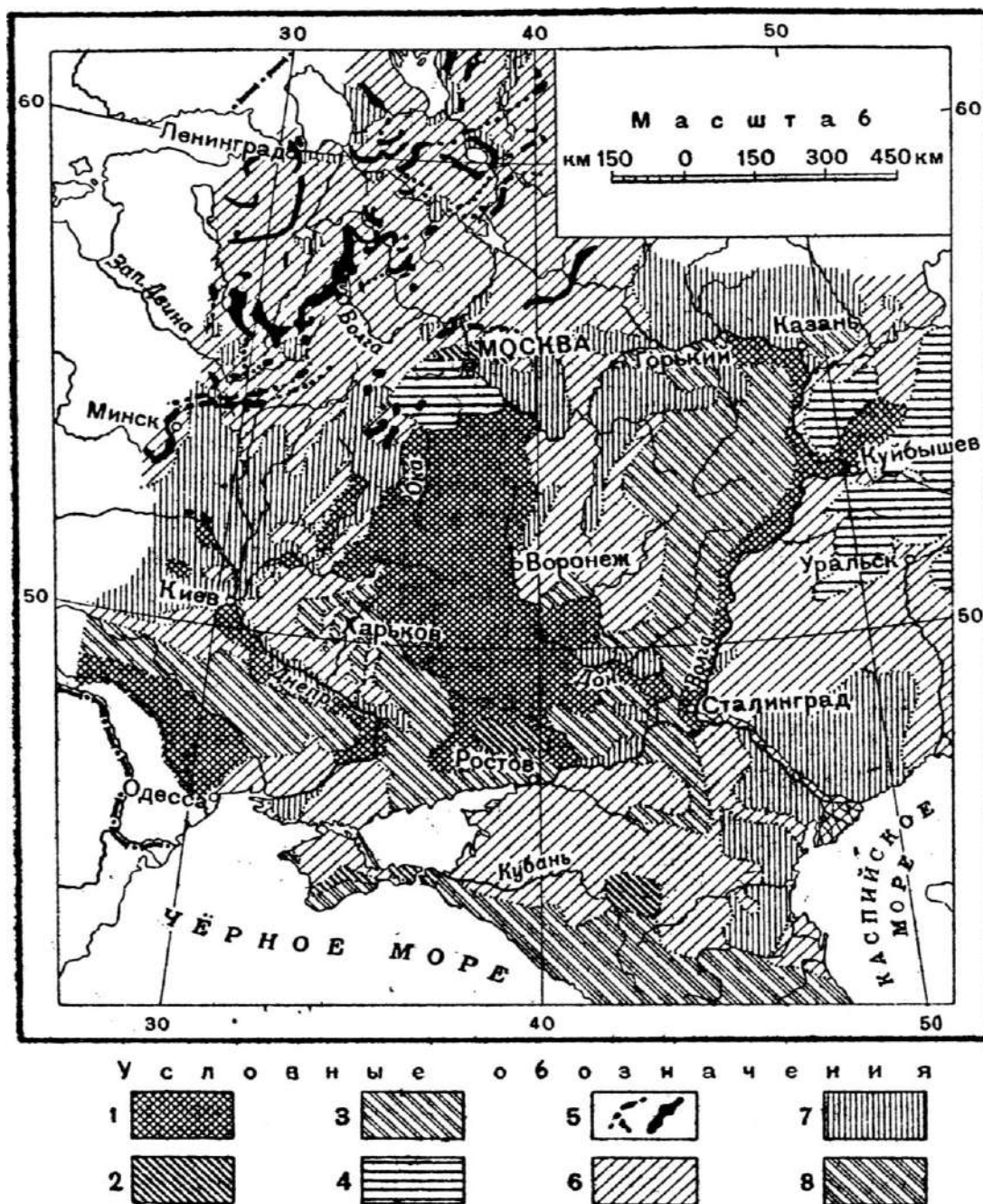


Рис. 161. Карта районов распространения эрозии на возделываемых землях европейской части СССР, составленная С. С. Соболевым:

1 – сильная плоскостная и овражная эрозия; 2 – сильная плоскостная и значительная овражная эрозия; 3 – значительная плоскостная и овражная эрозия; 4 – значительная плоскостная и изредка овражная эрозия; 5 – значительная плоскостная эрозия; 6 – плоскостная и овражная эрозия встречается лишь местами на склонах речных долин и балок; 7 – плоскостная и овражная эрозия очень слабая, возможна дефляция; 8 – горные районы

Так как один и тот же гипсометрический показатель (глубина расчленения) может быть встречен на многих участках в различных зонах европейской части территории, то и на данной карте один и тот же тип размыва оказался расположенным в различных зонах, даже и очень далеко отстоящих друг от друга. Так, например, тип эрозии, присущий центральному ядру Средне-Русской возвышенности, оказался по карте развитым также и около Карпат и около Куйбышева. Тип эрозии, однообразно развитый по этой карте вдоль всего правобережья Волги от Горького и до Сталинграда, показав существующим также и по всему почти возвышенному правобережью Днепра от Киева до Запорожья. Такое районирование дает лишь указания о возможности встретить в том или ином районе сильно или слабо развитую эрозию; но и в этом отношении отмеченные на карте районы не везде отражают фактическое соотношение современных эрозионных явлений различной интенсивности (не говоря уже о различии типов эрозии – смыва и размыва). Дело в том, что, хотя в основу составления данной карты районов эрозии и был положен картографический материал одного и того же масштаба, эта карта составлена далеко не на равноценном по точности топографическом материале для различных территорий европейской части СССР. В этом легко убедиться, взяв хотя бы для сравнения различные листы трехверстной карты, относящиеся к небольшой площади, включающей однообразный по рельефу район. На такой карте мы часто можем видеть совершенно различное топографическое изображение двух рядом расположенных площадей, ничем в действительности не отличающихся по рельефу. В этом нам приходилось не раз убеждаться, работая много лет в таких районах, для которых имелась трехверстная топографическая карта (остающаяся в настоящее время для некоторых районов одним из более доступных картографических материалов).

Что же касается местностей, имеющих лишь карты более мелкого масштаба, то для них мы встретим еще больше всякого рода неточных в топографическом отношении участков, в особенности на площадях, имеющих глубоко расчлененный рельеф, т. е. на таких площадях, где эрозия имеет наибольшее распространение¹.

Пользуясь подобного рода картами (будь то даже и одного и того же масштаба для всей районизируемой территории) без соответствующих

¹По отношению к этим именно районам даже и более поздние топографические карты обнаруживают очень часто большое количество ошибок.

корректировок, часто можно впасть в большое заблуждение как относительно развития эрозии, так и относительно глубины расчленения рельефа. Это особенно относится к южным приречным районам.

Другой методологической ошибкой, допущенной при составлении указанной карты районов эрозии, является принятый крайне неясный способ определения среднего превышения водоразделов над уровнем местных базисов эрозии. Методика такого определения может быть весьма ошибочной, если не установить точно, в каких пунктах водосборной площади должны измеряться указанные превышения.

Как известно, судить о превышении водораздела над низиной можно лишь измеряя это превышение по линии наибольшего уклона (по линии тока), проведенной от водораздельного пункта до дна ближайшего звена гидрографической сети. Но эта величина меняется в зависимости от звена сети. Поэтому, беря для критерия даже средние превышения крайних точек линии тока, мы будем получать различные величины в зависимости от того, в какой части гидрографической сети будут делаться такие определения. Если же брать за основу произвольно выбранные пункты на водоразделе и по гидрографической сети, то само собой разумеется, что при таких определениях будут получаться произвольные величины, по которым крайне трудно выявить истинную крутизну водосбора.

Кроме того, здесь была допущена ошибка при выводе формулы среднего уклона поверхности по данным превышения и протяженности гидрографической сети. Если в данном случае величина протяжения гидрографической сети может считаться более или менее отвечающей действительности¹, то величина превышения, определяемая лишь для какой-то одной точки водораздела и для одной точки речной долины, не может считаться усредненной для всего водосбора, не говоря уже о том, что среднее расстояние между «балками и оврагами», помимо того, что является величиной трудно определяемой, никогда не бывает равной (в действительности всегда меньшей) двойной линии тока соседних склонов. В этом легко можно убедиться по любой карте крупного масштаба с частыми горизонталями.

Таким образом, составленная проф. С. С. Соболевым «Схема районов распространения эрозии на возделываемых землях европейской части СССР», давая представление о возможном распростране-

¹Хотя и здесь в определении длины сети могут в зависимости от масштаба карты получиться большие расхождения.

нии для большой территории в целом различной интенсивности эрозии, не дает конкретных указаний о фактическом распределении внутри этой территории районов различной степени эродированности, для чего требуются непосредственные детальные эрозионные обследования¹. Предложенная карта-схема не может ответить на практические вопросы производства как в отношении типа и вида эрозии, так и характера необходимых противоэрозионных мероприятий.

Чтобы карта могла удовлетворять практическим целям, необходимо выбрать такой метод районирования, который бы позволил в каждом отдельно выделенном районе отразить не только глубину расчленения территории, но и тип этой территории, понимая под таковым форму и строение склонов и сети, виды и особенности развитой в данном районе эрозии.

Мы уже указывали, как резко изменяется вся картина развития одного только процесса размыва при наличии в гидрографической сети следов донных размывов третьего цикла послетретичной эрозии, когда меняется не только весь характер размыва, но делаются совершенно специфическими условия воздействия, направляющие этот процесс в сторону усиления или затухания. Не приняв всего этого во внимание, мы не получим тех выводов, какие должно давать районирование для целей науки и производства.

Точно так же, взяв для примера центрально-черноземный меловой район и имея для такового один лишь картографический показатель, основанный на глубине расчленения, мы на основании даже весьма резкой выраженности этого показателя не будем в состоянии сколько-нибудь правильно представить себе фактическое соотношение различных типов эрозии и интенсивность развития каждого из них, не говоря уже о приуроченности отдельных типов эрозии к определенным элементам территории.

Применяя только этот показатель (глубина расчленения территории), например, для такого района, как Центральный Донбасс, где значительная часть его территории представлена каменистыми щебенистыми склонами, мы можем иногда даже получить совершенно обратное представление об эрозии. Это может произойти в том случае, если мы отнесем весьма глубоко расчлененные участки этого района к

¹Как показывают детальные карты бывшей Тульской губернии, интенсивность эрозии, даже и в малом водосборе, бывает связана с типом звена гидрографической сети.

территориям весьма большого развития размыва, который фактически здесь в силу твердости коренных грунтов развит относительно слабо.

Не может удовлетворять целям производства и метод районирования по наличию земель различной смытости, применяющийся в США. Смытость является признаком динамичным и само по себе наличие почв той или иной смытости совершенно не говорит о таких главнейших факторах, сопровождающих эту смытость, как тип расчленения водосбора, размещение смытых земель на водосборе, характер и степень развитости почвы, состав подстилающего грунта и вид размыва, а эти показатели являются решающими для уяснения генезиса эрозии и разрешения вопроса об основных противоэрозионных мероприятиях.

В 1944 г. мы попытались провести районирование типов эрозии по лесостепной и степной частям центральной европейской части СССР, взяв за основу два существенных и неизменяемых во времени природных признака территории – общую ее глубину расчленения и стратиграфическое соотношение твердых и рыхлых коренных пород, слагающих водосборную площадь в пределах ее крайних по высоте точек, с учетом основного их состава.

При более или менее значительной глубине расчленения территории гидрографической сетью, соотношением и мощностью твердых и рыхлых пород определяется обычно мощность и распределение покровной породы, а с этим вместе и вертикальный разрез склонов и гидрографической сети, что в свою очередь определяет направление, размещение и интенсивность самого процесса современной эрозии.

При составлении карты районов эрозии (рис. 162) по этому принципу за основу взяты были лишь территории с наиболее глубоко расчлененным рельефом, входящие в черту отмеченных на гипсометрической карте европейской части СССР главнейших возвышенностей с их отрогами (Среднерусской, Приволжской, Приднепровской, Донецкой и др.) Для подразделения этих территорий на районы эрозии мы использовали имевшиеся в нашем распоряжении материалы как наших собственных исследований, так и исследований других организаций и лиц, сопоставляя их с геологией района.

Разграничение соседних территорий с этими основными районами проводилось исходя из характера их рельефа, предполагая, что геологические показатели, присущие каждому из этих районов, могут встречаться в том или другом районе.

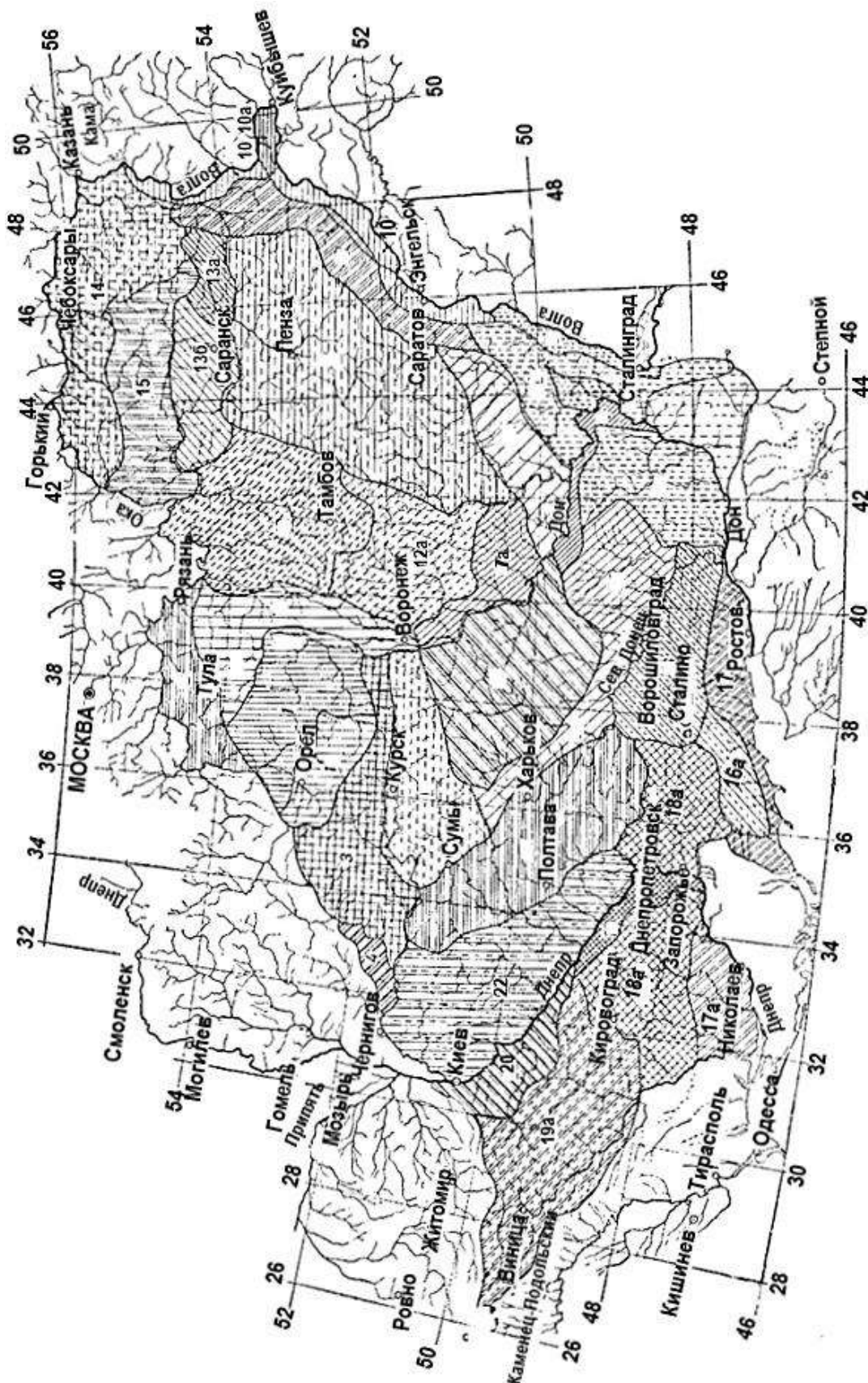


Рис. 162. Карта районов эрозии лесостепной и степной зон европейской части СССР между Днепром и Волгой. Составлена А. С. Козменко (геоморфологические показатели см. рис. 65, а и б)

Таблица 19

Экспликация к карте районов эрозии (к рис. 162)

Номера эрозионных районов и подрайонов	Индексы			Наименование районов и их местонахождения	Эрозионная характеристика районов	Тип профиля и строение склона в суходольном звене***
	геологический*	рельефа	климатический**			
1	2	3	4	5	6	7
1	$\frac{\text{П}}{\text{Из}}$	II	$\frac{\text{Ц}}{\text{Лст}}$	Центральный лесостепной Орловско-Тульский песчано-известняковый (Орел – Новосиль – Ефремов – Елец – Лебедянь – Задонск)	Широкое развитие донного и берегового размыва и смыва, особенного сильного в нижних звеньях гидрографической сети; неразвитые почвы по солончатым склонам суходолов и долин	3
1а	$\frac{\text{П} + \text{Г}}{\text{Из}}$	II + III	$\frac{\text{Ц}}{\text{Лст}}$	Песчано-глинистый (известняковый) оползневой подрайон (Богородицк – Елифань – Малоархангельск – Верховье)	Донный и береговой размыв и смыв средней силы, преимущественно в нижних звеньях	3
1б	$\frac{\text{П}}{\text{Из}}$	II	$\frac{\text{Ц}}{\text{Лст} + \text{Ст}}$	Придонский (низинный) подрайон	Донный размыв средней силы в нижних звеньях; смыв слабый	1
2	$\frac{\text{П}(\text{Г})}{\text{Из}}$	II – III	$\frac{\text{Ц}}{\text{Лст}}$	Северо-Тульский густо расчлененный песчано-глинистый (известняковый) Тула – Алексин – Кашира)	Размыв донный и береговой средней силы; сильный смыв в нижних звеньях сети; широкое развитие форм третьей эрозии	3

Продолжение табл. 19

1	2	3	4	5	6	7
3	II (Г)	III	$\frac{3}{\text{Лст}}$	Западный лесостепной песчано-глинистый (Дмитровск – Комаричи – Дмитриев)	Слабый донный и береговой размыв, смыв средней силы в нижних звеньях сети	1
4	II (Г)	$\frac{\text{II}}{1}$	$\frac{3}{\text{Лст}}$	Придеснянский густо расчлененный правобережный, песчаный (Новгород-Северский – Короп)	Весьма сильный донный и береговой размыв смыв сильный в суходолах, в остальных звеньях – средней силы	1
5	$\frac{\text{II}}{\text{М}}$	II	$\frac{\text{Ц}}{\text{Ст}}$	Центральный степной меловой (Острогжск – Богучар – Кулянск – Белгород)	Весьма сильный смыв с суходолах, сильный и средней силы в лощинах; сильный концевой размыв в нижних звеньях, слабый донный в суходолах, средней силы в верхних звеньях сети. Широкое развитие неразвитых, щебенчатых почв (попелух)	5
6	$\frac{\text{II}}{\text{M(O)}}$	III	$\frac{\text{Ц}}{\text{Ст}}$	Центральный степной песчано-меловой (песчано-опоковый) (Курск – Цигры – Тим)	Донный размыв и смыв средней силы преимущественно в нижних звеньях	1
7	$\frac{\text{II} + \text{IIч}}{\text{М}}$	II (1)	$\frac{\text{ЮВ}}{\text{Ст}}$	Правобережный придонский песчано-меловой (Монастырщина – Казанская – Клетская – Калач Донской)	Весьма сильный донный и концевой размывы местами (в суходолах) сильный боковой размыв, смыв сильный в суходолах. Широкое развитие неразвитых почв в нижних звеньях, где имеются следы третьей эрозии (донной и частично склоновой)	3
7a	$\frac{\text{II}}{\text{M}} (\text{II})$	II	$\frac{\text{ЮВ}}{\text{Ст}}$	Калачский песчано-меловой (местами песчаный) подрайон (Калач Воронежский – Верхний Мамон)	Сильный донный размыв в суходольных звеньях; смыв средней силы; весьма сильный донный и береговой размывы в песчаных приречных левобережных участках	3

Продолжение табл. 19

1	2	3	4	5	6	7
7б	$\frac{\text{П}}{(\text{М} + \text{К})}$	Ш	$\frac{\text{Ю}}{\text{Ст}}$	Придонецкий левобережный песчаномеловой каменистый подрайон (Миллерово)	Слабый донный размыв в лощинах; средней силы размыв в суходолах, смыв сильный в суходолах, средней силы в остальных звеньях	1
7в	$\frac{\text{П}}{\text{М}}$	П	$\frac{\text{Ю}}{\text{Ст}}$	Придонецкий левобережный песчаномеловой подрайон (Чугуев – Красный Лиман)	Сильный донный размыв и смыв в нижних звеньях сети	3
7г	$\frac{\text{П}}{(\text{М})}$	IV/Ш	$\frac{\text{ЮВ}}{\text{Ст}}$	Медведицкий правобережный песчаный (песчано-меловой)	Слабый донный размыв и смыв в верхних звеньях, средний – в нижних звеньях	1
8	$\frac{\text{П}}{\text{П}_\text{М}}$	IV	$\frac{\text{В}}{\text{Ст}}$	Восточно-степной песчаный – песчаномеловой (Пенза – Балашов – Борисоглебск)	Слабый донный размыв и смыв	1
9	$\frac{\text{П} + \text{Пч}}{\text{Пч}}$	I	$\frac{\text{ЮВ}}{\text{Ст}}$	Приволжский правобережный песчаный-песчаниковоопокочный (Камышин – Сталинград)	Весьма сильный донный боковой, отвершковый размывы и подмыв и сильный смыв в нижних звеньях. Широкое развитие неразвитых почв на водоразделах и солончных склонах суходолов Широкое развитие донных форма третьей (последретичной) эрозии	2
9а	П	Ш	$\frac{\text{ЮВ}}{\text{Ст}}$	Волго-Медведицкий песчаный (Ергени – Дон – Медведица) подрайон	Слабый донный размыв средней силы в нижних звеньях	1
9б	П	IV	$\frac{\text{ЮВ}}{\text{Ст}}$	Ергенинско-Донской подрайон	Весьма слабо развитая эрозия	1
10	$\frac{\text{М}}{\text{П} + \text{Г}}$	I	$\frac{\text{В}}{\text{Ст}}$	Приволжский правобережный, гористый (Ульяновск – Хвалынский – Саратов – Нижняя Банновка)	Весьма сильный донный, боковой, концевой и отвершковый размывы Подмывы в боках донных образований третьей последретичной эрозии; сильный смыв вплоть до промоинного, широкое развитие неразвитых щебенчатый почв на склонах	7

Продолжение табл. 19

1	2	3	4	5	6	7
11	$\frac{П+О}{М}$	II	$\frac{В}{Ст}$	Приволжский песчано-(опокowo)-меловой	Сильный донный и концевой размывы и сильный смыв нижних звеньев сети	3(8)
12	П (Пч)	IV	$\frac{В}{Лст}$	Восточный лесостепной, песчаный (Тамбовско-Цнинский)	Весьма слабый размыв в суходольных звеньях, слабый смыв в нижних звеньях	1
12а	П (Г)	IV (III)	$\frac{Ц}{Ст}$	Центральный степной песчаный (песчано-глинистый подрайон) (Таловая)	Слабый смыв и размыв в верхних звеньях, донный размыв и смыв средней силы в суходольных и долинных звеньях	1
13а	$\frac{П+О}{П}$	III	$\frac{В}{Лст}$	Мордовский лесостепной опокowo-песчаный (Агяшево)	Средней силы донный и концевой размывы; средней силы смыв в суходольных звеньях, преимущественно по солнечным склонам	8
13б	$\frac{П(О)}{П+Г}$	III	$\frac{В}{Лст}$	Мордовский лесостепной песчано-(опокowo)-глинистый (Саранск – Рузавка)	Средней силы донный размыв и слабый береговой в суходольных звеньях. Смыв сильный и средней силы преимущественно на солнечных склонах суходола и долин (средний и слабый по тенивым); следы третьей эрозии в вершинах сети	8
14	$\frac{П(Г)}{Mr+Г}$	II	$\frac{В}{Лст}$	Волжско-Окский прибрежный мергелистый (песчано-мергелистый) (Чебоксары – Горький)	Сильный донный, береговой и концевой размывы, сильный смыв в нижних звеньях	3
15	Г+Mr	III	$\frac{В}{Лст}$	Окско-Сурский лесостепной глинисто-мергелистый	Донный размыв и смыв средней силы в суходольном звене	1
16	$\frac{П}{Кв+Иэ}$	I	$\frac{Ю}{Ст}$	Каменистый Донецкий гористый (Ворошиловград – Сталино)	Весьма широкое развитие неразвитых щебенчатых почв, слабо выраженный донный размыв, сильный смыв в суходолах, долинах	6
16а	$\frac{П}{Гр}$	II (1)	$\frac{Ю}{Ст}$	Приазовский песчано-гранитный	Широкое развитие неразвитых и смытых почв, сильный донный размыв в нижних звеньях	6(3)

Окончание табл. 19

1	2	3	4	5	6	7
17	П	Ш	$\frac{Ю}{Ст}$	Приазовский степной песчаный (Мариуполь – Ростов)	Средней силы донный размыв и смыв в присуходольных звеньях	1
17а	П	IV	$\frac{Ю}{Ст}$	Причерноморский украинский (Никополь – Херсон – Николаев)	Слабое развитие эрозии	1
18	$\frac{П}{Гр}$	П	$\frac{Ю}{Ст}$	Приднепровский правобережный песчано-гранитный (Запорожье – Днепропетровск – Верхнеднепровск)	Сильное развитие донного, конечного и бокового размывов, сильный смыв в нижних звеньях сети	4(3)
18а	$\frac{П}{Гр}$	Ш	$\frac{Ю}{Ст}$	Южный нижнеднепровский песчано-гранитный	Донный размыв и смыв средней силы	3(4)
19а	$\frac{П}{Гр}$	П	$\frac{Юэ}{Лст}$	Западно-украинский песчано-гранитный (Винница)	Сильный донный и конечной размывы и смыв в нижних звеньях	3
20	П(Г)	П(1)	$\frac{Юэ}{Лст}$	Правобережный приднепровский лесостепной густо расчлененный (Киев – Черкассы)	Весьма сильный донный, береговой и конечной размывы, широкое развитие, мало развитых и смывных почв в нижних звеньях	1(2)
21	П(Г)	Ш(Ш)	$\frac{Юэ + Ю}{Лст + С}$	Восточноукраинский песчаный (песчано-глинистый) (Харьков – Полтава)	Сильное развитие донного и конечного размыва, смыв средней силы в суходольных звеньях	1
22	П	IV	$\frac{Юэ + Ю}{Лст + С}$	Приднепровский левобережный низинный (Кременчуг – Чернигов)	Слабо развитая эрозия	1

*В числителе – состав верхней толщи коренных пород; в знаменателе – состав нижней толщи коренных пород; **В числителе части зоны (центральная, южная, северная, восточная, западная), в знаменателе – название зоны; ***См. профили на рисунке 65.

Таблица 20 (к рис. 162)

Индексы геологические		Индексы рельефа			Индексы	
условные знаки	состав коренной породы	условные знаки	характеристика глубины расчленения	наибольшее превышение водораздела над ближайшей долиной	условные знаки	климатическая зона
П	Песок	I	Гористый	100-160 м (и более)	Лст	Лесостепная
Пч	Песчаник					
Кв	Кварцит					
Из	Известняк (доломит)	II	Глубоко расчлененный	60-80 м	Ст	Степная
М	Мел (мелоподобный мергель)					
Мр	Мергель	III	Средней глубины расчленения	30-50 м	Ю	Южная часть зоны
Гр	Гранит				С	Северная часть зоны
Г	Глина				В	Восточная часть зоны
О	Опока	IV	Пологий	Менее 20 м	З	Западная часть зоны

Таблица 21 (к рис. 162)

Индексы размыва			Индексы смыва	
интенсивность размыва	максимальная глубина размыва, м	максимальная ширина размыва, м	интенсивность смыва	ширина смытой полосы по склону, м
Весьма сильный	До 20-30	До 50	Сильный	До 300
Сильный	> 10-15	> 30	Средней силы	> 100
Средней силы	> 5-8	> 15 (прерывистая)		
Слабый	> 2-3	До 5-8 (редко)	Слабый	> 50

На прилагаемой карте районов эрозии такие промежуточные районы выделены особым фоном или особой штриховкой, густота которой уменьшается с уменьшением общей глубины расчленения данной территории.

Составленная на основании этих материалов карта районов эрозии представлена на рис. 162. Относящиеся к каждому району наименования и характеристика рельефных, геологических и эрозионных показателей приведены в прилагаемой при ней особой экспликации (табл. 19-21).

Само собой разумеется, эта карта не может претендовать на абсолютную точность; чтобы достигнуть последнего требования, необходимы дальнейшие работы, охватывающие значительно большее число исследований по сравнению с теми, которые мы имели в своем распоряжении, составляя такую карту. Особенно в этом отношении является здесь необходимой не столько подробная регистрация смытых и размываемых площадей, сколько согласование этих площадей с геоморфологией и геологическим строением данной территории, строением ее покровных и коренных пород, определяющих внешний контур склонов и гидрографической сети, являющихся основными плацдармами развития смыва и размыва. В этом именно направлении – в направлении генетического изучения эрозии – и должна, по нашему мнению, идти дальнейшая работа по эрозионному обследованию территории, которая позволит получить необходимый материал для детального районирования современных процессов эрозии и научно обосновать все те мероприятия, которые будут требоваться для ликвидации вредных для народного хозяйства последствий процессов эрозии.

НЕКОТОРЫЕ ВЫВОДЫ ОБЩЕГЕОЛОГИЧЕСКОГО ПОРЯДКА, ПОЛУЧАЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ИЗУЧЕНИЯ ПРОЦЕССОВ ЭРОЗИИ

Изучение вопросов, касающихся древних и современных эрозионных образований, позволяет сделать несколько общих выводов относительно геологической деятельности стекающей воды вообще и, в частности, роли ее в формировании рельефа.

Обычно принято считать, что деятельность поверхностной стекающей воды при неизменной глубине базиса эрозии непрерывно протекает в настоящее время по земной поверхности в более или менее однообразном темпе, создавая те или иные эрозионные образования, и что современный процесс эрозии является как бы непосредственным продолжением такого же естественного доисторического эрозионного процесса, лишь несколько усиливаемого нерациональной деятельностью человека. Такая установка по отношению эрозии послужила основанием для весьма распространенного толкования, что начальной стадией

формирования речной системы является овраг, который при своем развитии переходит сначала в «балку» («успокоившийся овраг»), а последняя в речную долину. Но при таком представлении о развитии гидрографической сети прежде всего непонятно, почему балка, представляющая успокоившуюся стадию «оврага» (уже застывшую в своем развитии), может перейти в речную долину, которая по объему в несколько раз превышает балку? Казалось бы, исходя из такой установки о возможности перехода «оврага» в «балку» и «речную долину», надо было бы сделать дальнейшее допущение: балка не может быть «успокоившимся» оврагом, а должна быть самостоятельным и притом растущим эрозионным образованием, и только речную долину можно признавать «успокоившейся» балкой.

Отстаивая такое толкование, необходимо признать, что и малая речная долина должна быть лишь начальной, глубину и ширину балки мы нигде не наблюдаем, как не наблюдаем нигде и расширяющейся в глубину и ширину балки мы нигде не наблюдаем, как не наблюдаем нигде и расширяющейся в глубину, в ширину и в длину речной долины, то отсюда можно прийти к следующему заключению:

процесс эрозии на нашей Русской равнине продолжается в настоящее время лишь в виде концевых, ничтожных по сравнению с величиной «балок» и долин эрозионных образований, именуемых «оврагами»; а отсюда получается вывод, обратный указанному выше, т. е. что современный процесс эрозии является не усиленной (или «ускоренной»), а, наоборот, весьма ослабленной естественной эрозией.

Однако все эти заключения о неизменно продолжающейся геологической деятельности проточной воды принимают совершенно иной оборот, если вспомнить о влиянии на сток, смыв и размыв древесной и травяной растительности, являющейся фактором, замедляющим сток и ликвидирующим процессы эрозии.

В силу такой роли растительности на сплошь ею покрытом водосборе, как бы ни был последний глубоко расчленен, никакого размыва, а тем более смыва, происходить не может. Только вырубив лес и уничтожив на водосборе травяную растительность, мы снова можем вызывать усиление размывающей силы стекающей воды и тем способствовать появлению смыва и размыва. При наличии травостоя на водосборе, если и будет иметь место поверхностный сток¹, то он будет представ-

¹Большая часть выпадающих осадков идет в подземный сток на питание грунтовых и подземных вод.

лять только лишь сток чистой, лишенной почвенной мути воды. Если почвенная муть где-либо и поступит в водный поток со случайно оголившейся почвы, то она немедленно будет перехвачена (кольматирована) или травянистой растительностью или лесной подстилкой леса.

Здесь не поможет развитию эрозионного процесса понижение базиса эрозии, как бы ни было оно значительно. Даже в таком глубоко расчлененном районе, как правобережье среднего течения Волги, где глубина базиса эрозии достигает огромных для Русской равнины величин – в 300-350 м на расстоянии 4-5 км, в сплошь облесенных водосборах лощин и суходолов совершенно не наблюдается никакого современного донного размыва, и даже по дну лощин можно спокойно закладывать огород и лесные питомники, не опасаясь размыва распаханного дна. Еще более разительным доказательством этого могут служить горные территории с их громадными по глубине базисами эрозии, где в сплошь облесенных водосборах горных ущелий не наблюдается ни сноса почвы, ни больших переносов камней по дну и где, как известно, облесенность водосбора является хорошей защитой от грязекаменных потоков.

Отсюда видно, что при наличии сплошной травяной и древесной растительности (не говоря уже о растительности девственной) не может происходить никакой эрозии, а тем более развития гидрографической сети, как бы значительно ни понижался здесь базис эрозии и какая бы большая разность высот водораздела и низин здесь не существовала. К этому следует еще добавить, что выдвигаемое многими геологами положение о непосредственном влиянии понижения базиса эрозии на развитие современного и древнего размыва совершенно не подтверждается наблюдениями над размывами в современную эпоху. Например, искусственное понижение уровня дна, проведенное в какой-либо устьевой части отдельного звена сети может быстро ликвидироваться и даже не вызвать сколько-нибудь большого развития донного размыва, если вышележащий водосбор будет иметь весьма пологие склоны, а водосбор с крутыми склонами будет облесен. Однако развитие донного размыва может произойти в любой части сети, без всякого понижения дна в нижележащей части сети, лишь бы только в вышележащем водосборе имело место какое-либо нарушение стока поверхностных вод, или в виде распашки поверхности, или вырубки на ней леса.

Обычно развитие не только концевых размывов, но и вообще всех размывов по дну и берегам сети обязано бывает не каким-либо наруше-

ниям в уровнях дна сети в нижележащих частях водосбора, а исключительно почти нарушениям в пределах водосбора, лежащего выше размываемого места. Всякие размывы, вызванные одним лишь понижением базиса эрозии, быстро ликвидируются, если в вышележащем водосборе поверхностный сток будет регулирован соответствующей площадью травяного или древесного покрова. Следовательно, эрозия может иметь место только лишь на водосборах, лишенных растительности. Современные размывы, неправильно именуемые «оврагами», не есть продолжение естественного непрерывно продолжающегося процесса, а является самодовлеющим процессом, связанным лишь с нарушением поверхностного стока при вырубке лесов или уничтожения травяной растительности. Представление о том, что «овраг» переходит в «балку», а «балка» в «речную долину», несостоятельно еще и потому, что современные размывы, именуемые «действующими оврагами», не имеют ничего общего по своей форме и строению с древней гидрографической сетью, куда собственно и включаются балки и речные долины. Все отдельные звенья гидрографической сети имеют определенный внешний контур и строение отдельных элементов берегов и дна, причем в строении этих элементов главнейшую роль играет покровная (лессовая и лёссовидная) порода «облекающая» эти элементы.

Современные же размывы (донные или береговые) лишь прорезывают эти покровные отложения древней гидрографической сети и никогда не сопровождаются какими-либо самостоятельными покровными породами, наподобие лёсса или лёссовидного суглинка, формирование которых в настоящее время мы вообще нигде не наблюдаем.

Гидрографическая сеть есть образование, относящееся к послетретичному периоду, и не имеет ничего общего по своему генезису с современными размывами, являющимися результатом нарушенного поверхностного стока, вызванного деятельностью человека уже в историческую эпоху. Современные размывы развиваются в наиболее глубоко расчлененных участках сети и притом в таких ее местах, в водосборе которых имело место уничтожение существовавшего растительного покрова. Там, где такого вмешательства человека не было, гидрографическая сеть остается нетронутой ни размывом, ни смывом и будет оставаться таковой до тех пор, пока человек не нарушит условия стока вырубкой леса или распашкой склонов.

Гидрографическая сеть представляет собой древнее эрозионное образование, вызванное деятельностью грандиозных водных потоков,

расчленявших в послетретичный период нашу поверхность под влиянием стока тающих вод громадных ледниковых и снежных скоплений, покрывавших тогда эту поверхность.

Во время стока этих талых вод поверхность должна была быть лишена сплошного растительного покрова, так как только при таких условиях могла развиваться та колоссальная водная энергия, которая была в состоянии сформировать глубокие и широкие желоба стока, представленные гидрографической сетью в виде ее лощин, суходолов и долин, и только при отсутствии растительности могло идти отложение по склонам покровной (лессовой и лёссовидной) породы, намывавшейся с верхних частей склона к его подножью и берегам сети.

На основании форм строения склонов и гидрографической сети и связанных с ними покровных отложений можно считать достаточно вероятным, что в послетретичный период на рассматриваемой нами территории имели место три резко выделявшихся цикла эрозии, прерывавшихся двумя длительными межэрозионными периодами, когда поверхность полностью покрывалась растительностью и эрозионная деятельность воды затухала.

Каждое нарушение такого эрозионного покоя могло происходить только лишь после вымирания лесной и травяной растительности и одновременно с накоплением на поверхности больших водных скоплений в виде ледниковых или снежных массивов, талые воды которых на оголенной от растительности поверхности могли при начавшемся стоке вновь развить громадную разрушающую энергию и сформировать глубокую водоотводящую сеть. Отсюда можно видеть, что создание новых форм поверхности под влиянием работы воды в послетретичную эпоху могло иметь место лишь под влиянием «климатических возмущений», нарушавших нормальные условия растительной жизни и в то же время создававших особый водный феномен в виде громадных снежных и ледниковых скоплений. Такие «климатические возмущения», несомненно, соответствовали ледниковым периодам, повторявшимся на нашей территории несколько раз в послетретичную эпоху.

В связи с этим должен быть в ином аспекте разрешен вопрос о возрасте речных долин различного типа, выдвинутый в свое время Девисом.

Прежде всего следует отметить, что речную долину нельзя рассматривать изолированно от всей гидрографической сети, входящей в ее водосбор, так как без этой сети немыслима и сама долина. Мы уже

приводили цифры протяжения отдельных звеньев гидрографической сети для двух больших водосборов б. Южно-Тулльского края. Из этих данных можно видеть, что долинное звено сети составляет всего 7-8% протяжения всей сети, а остальные 92% представлены различными звеньями сети (ложбинами, лощинами и суходолами). Поэтому, говоря о «юности» или «старости» речной долины, нужно брать всю совокупность естественных каналов стока, которые в целом создали ту или иную ее форму, поперечный и продольный ее профиль. Все внешние контуры и внутреннее строение всех без исключения звеньев гидрографической сети, как верхних (ложбин, лощин), так и нижних (суходолов и долин), всецело зависят от двух основных факторов: глубины базиса эрозии (разности высших и низших точек водосбора) и геологического строения водосбора (состава коренных пород и стратиграфического соотношения твердых и рыхлых их массивов).

Если разности высот водораздела и низин небольшие, а коренные породы водосбора рыхлые, то формы всех звеньев сети и самой долины будут весьма пологими и мелкими, дно их будет иметь пологий уклон, берега и прилегающие склоны будут также пологими. В таких водосборах даже и при отсутствии облесения и при полной распашке склона мы почти не встретим в настоящее время ни современного размыва, ни смыва.

Если же разности высот большие, а коренные породы в нижней части состоят из твердых грунтов, тогда гидрографическая сеть, и в частности долина, получит резкие очертания; лощины и суходолы будут иметь высокие и крутые берега и дно.

В таких водосборах малейшее нарушение условий стока в виде вырубки лесов и распашки крутых склонов неминуемо вызовет развитие донного и берегового размыва и появление смытых земель на пахотных склонах.

Однако и тот и другой случаи формирования гидрографической сети и склонов, и в частности формирование долины, мыслимы лишь при наличии указанных условий: сплошного отсутствия на поверхности растительного покрова и наличия громадных масс воды в виде ледниковых или снежных скоплений; без этих условий никакая гидрографическая сеть и такая, какой мы ее ныне видим, никогда бы не могла сформироваться. При больших и малых глубинах базиса эрозии развитие в послетретичный период гидрографической сети могло идти одновременно: оно могло даже одновременно начаться и одновре-

менно закончиться, развиваясь лишь на различных высотных фонах. И если мы имеем в одном случае весьма пологие формы рельефа, формы так называемого «пенеплена»¹, то в данном случае можно лишь сказать, что формирование гидрографической сети и прилегающих склонов шло здесь при наличии незначительной разности высот низших и высших точек водосборной площади данного звена сети. В том же случае, где имеются резкие контуры во всех звеньях сети, и в частности в долинном звене², в таких водосборах формирование должно было идти при наличии весьма больших разностей высот водоразделов и долин. И в том и в другом случае это могло проходить в послетретичный период одновременно, но только лишь на фоне освобожденной от растительности поверхности и под воздействием громадной мощности ледниковых и снежных скоплений, в настоящее время уже не имеющих здесь места.

Наличие освобожденной от растительности поверхности должно было быть, поэтому непременно предпосылкой развития всех трех циклов послетретичной эрозии, хотя эродирующая работа в период каждого в отдельности взятого цикла могла быть неодинаковой, в зависимости от массы ледниковых и снежных вод, принимавших участие в его развитии.

На основании изучения формы и строения гидрографической сети и склонов можно заключить, что наиболее могучей была деятельность стекающих вод в первом цикле послетретичной эрозии, а наиболее слабой – в третьем цикле, когда она ограничилась преимущественно лишь одной первой его стадией – размывом.

Что касается современного цикла эрозии, в развитии его принимала и принимает участие лишь весьма незначительная по сравнению с древними циклами масса снеговых и ливневых стекающих вод, равная лишь одному годовому их запасу, а потому и размывающая работа этих вод значительно уступает эродирующей работе не только первого, но даже и третьего цикла эрозии.

В основном современный размыв и смыв могут происходить лишь на определенных участках территории, обладающих глубоко расчлененным (предшествующими эрозиями) рельефом и притом на таких из них, в водосборе которых имело место значительное уничтожение растительного покрова. Однако надо заметить, что даже и на участках с

¹Долины такой формы Девис называл стареющими.

²Такие долины тот же автор называл юными.

весьма подходящими для размыва условиями этим процессом очень редко охватывается полностью весь контур древней гидрографической сети. Если подобные случаи иногда и наблюдаются, то всегда они бывают приурочены к водосборам, сплошь распаханым и безлесным и к тому же густо рассеченным искусственными границами землепользования, перехватывающими стекающую воду с некоторых участков соседнего водосбора (рис. 163).

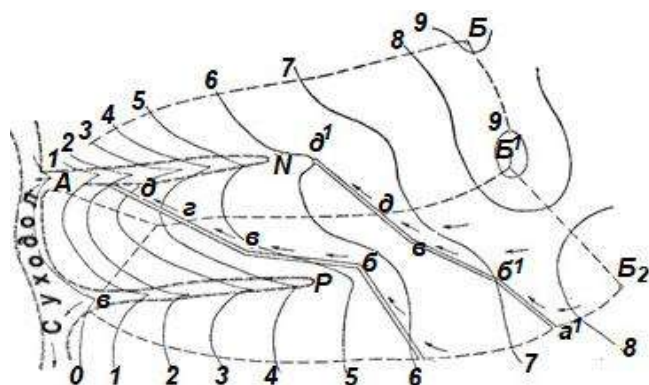


Рис. 163. Схема возможного подвода добавочной массы сточной воды с водосбора одной лоцины к вершине соседней лоцины:

ABB^1 – водосбор устья лоцины; PNB^1B_2 – водосбор устья лоцины P ; $a^1b^1вдд^1$ – водосборная площадь, с которой может быть подведена добавочно поверхностная стекающая вода к вершине лоцины N каналом $a^1b^1вдд^1$; $абвгд$ – водосборная площадь, с которой может быть добавочно подведена стекающая вода к устью лоцины N каналом $абвгд$; 1, 2, 3, 4... 9 горизонтали последовательно увеличивающейся высоты; BB^1B_2 – главная водораздельная линия

как будто выше, чем интенсивность стока вод в тот период, когда завершалось формирование этой вершины.

Однако чтобы установить соотношение размывающих сил стекающей воды, имеющих место в современную эпоху и бывших в эпо-

Но как бы ни был и в таких случаях значителен подвод воды канализационной сетью границ землепользования, никогда все же современные размывы не заходят далеко за пределы вершин гидрографической сети в окружающий склон (последние случаи обычно наблюдаются лишь по самой границе землепользования, собирающей стекающую воду с большой добавочной водосборной площади)¹.

Невольно может возникнуть мысль, что раз вершина лоцины, закончившаяся выработкой в период послетретичной эрозии, пререзается современным концевым размывом, то интенсивность стока современных стекающих вод должна быть

¹О каком-либо сглаживании прилегающего склона от водораздела к размыву (как это имеет место около каждого участка гидрографической сети) здесь не может быть и речи.

ху послетретичных эрозий, необходимо учесть следующий очень важный факт. Современный размыв при самых благоприятных условиях его развития при весьма большой глубине базиса эрозии, полной распаханности водосбора и полном его безлесии, наличии массы канализирующих границ землепользования, если и заходит далеко за вершину древней лощины, то в большинстве случаев им прорезается лишь покровная (лессовая или лёссовидная порода). Мы уже ранее отмечали, что не только вершина лощины, но и лежащая за пределами ее ложбина вплоть до прилегающей водораздельной седловины, равно как и эта последняя, прикрыты мощной толщей покровной (лессовой или лёссовидной) породой, которая заполнила сформировавшееся здесь в период первых двух стадий эрозионного цикла глубокое концевое углубление. Это углубление обычно простирается до водораздельной седловины и часто анастомозируется с углублением, отходящим от вершины соседней лощины, принадлежащей рядом расположенной гидрографической системе (см. рис. 14 и 66). При этом, если в некоторых случаях современный концевой размыв и доходит почти до водораздельной седловины, то он редко захватывает дно древнего первичного углубления в коренном грунте, не говоря уже о всем углублении в целом, которое и в данном случае на большей своей ширине остается прикрытым покровной породой по обоим склонам водораздельной седловины.

Следовательно, никогда современный размыв не в состоянии охватить большую часть древнего размыва, прикрытого с поверхности покровной породой.

Отсюда можно видеть, что интенсивность стока послетретичных вод (в период формирования концевых частей водоотводящей сети, доходившей до седловин) в значительной степени превосходила интенсивность стока современных поверхностных вод даже и на тех водосборах, где в настоящее время наблюдается резко выраженный рельеф, и где склоны сплошь распаханы и имеют густую сеть границ землепользований. Интенсивность стока послетретичных вод могла уступать интенсивности стока современных вод лишь в тот период, который соответствовал отложению покровной породы. Это заключение будет вполне соответствовать действительности, так как стадия отложения покровной породы являлась последней завершающей стадией эрозионного цикла, когда разрушающая деятельность стекающих вод громадного водного потока, развивавшего первые две стадии эрозионного цикла

(размыв и срезывание откосов), уже иссякала и талые воды в основной своей массе оказывались сошедшими с поверхности, когда начиналось медленное и довольно спокойное замуливание размытых склонов мелкоземистым материалом покровной породы. Последний процесс, судя по структуре покровной породы, должен был происходить под влиянием сравнительно небольших и притом лишь только периодически выпадавших на оголенную поверхность осадков, могущих передвигать лишь мельчайшие выветрившиеся частицы коренной породы с верхних участков склона на нижние. Процесс этот проходил, видимо, уже при начавшемся расселении растительности, которая временами даже полностью охватывала поверхность водосбора, прекращая тем самым на некоторое время покровообразование, а затем снова пропадала, создавая условия для продолжения процесса намыва.

Возможно, что во многих местах растительность могла окончательно приостановить процесс покровообразования и фиксировать этим контур склона до наступления момента его нормального завершения в условиях полной обнаженности склона от растительного покрова. Несомненно, что только на таких именно участках всякое последующее нарушение в современную эпоху цельности растительного покрова и могло повести к возобновлению процесса смыва, а при концентрации струй – и к развитию размыва поверхностной породы, что и наблюдаем мы теперь в некоторых глубоко расчлененных районах, имеющих все указанные условия для интенсивной эрозии.

Но даже в таких местах современный размыв в состоянии бывает охватить гидрографическую сеть и прилегающие к ней участки склона лишь в ничтожной степени, как бы ни были велики здесь размеры атмосферных осадков (снеговых или ливневых), принимающих участие в этом процессе; на участках же с менее выраженным рельефом современный размыв не в состоянии бывает развиться не только на склонах, но даже и по дну гидрографической сети; поэтому говорить о возможности какого-либо роста и удлинения на этой территории гидрографической сети в настоящее время совершенно не приходится. Чтобы такое удлинение могло произойти, необходимо возникновение соответствующего резкого климатического изменения, с которым могло бы сопровождаться исчезновение с поверхности растительного покрова и накопление на этой поверхности массивного водного запаса, под воздействием которого могло бы начаться вновь

углубление, уширение и удлинение сформировавшейся ранее гидрографической сети и сглаживание прилегающих к ней склонов. Наподобие того, как тектонические силы, создающие новые формы земной поверхности, проявляют свою работу, периодически прерываясь, так и силы эрозии, расчленяющие и нивелирующие ту же земную поверхность, проявляют себя в определенные моменты жизни Земли, будучи приурочены к периодам больших охладений, сопровождающихся формированием ледников или накоплением больших снежных масс, уничтожающих растительность и развивающих при своем таянии и стоке громадную размывающую силу.

В промежутках между периодами таких «климатических возмущений», вызывавшими развитие рассмотренных выше трех циклов послетретичной эрозии, силы эрозии затухали, растительность постепенно охватывала территорию и делала затрудненным и почти невозможным развитие какого-либо естественного эрозионного процесса. После завершения последнего третьего цикла эрозии и сплошного расселения растительности размывающая энергия стекающей воды ликвидировалась. И только вмешательство человека, постепенно уничтожавшего естественную растительность и распахивавшего поверхность, пробудило эти застывшие силы и заставило их вызвать развитие процесса эрозии. Если эти современные процессы эрозии в настоящее время и достигли во многих местах внушительных и вредоносных (с точки зрения хозяйственного освоения территории) размеров, то все же они никогда не могут достигнуть тех колоссальных размеров, которые могли создать эрозионные образования в виде гидрографической сети и падающих к ней склонов, и которые могли возникнуть лишь в результате деятельности послетретичных вод ледникового феномена. Поэтому совершенно недопустимо сравнивать наблюдаемую ныне эрозионную работу стекающей воды (связанную исключительно с деятельностью человека) с естественной геологической деятельностью стекающей воды ледникового периода; такой естественной размывающей работы стекающих вод на русской равнине мы в настоящее время нигде не можем встретить и не только в силу особого характера и размера водного феномена, но и ввиду несоизмеримости настоящей климатической обстановки, с той, которая сопровождала древнюю послетретичную эрозию.

Очень часто для доказательства наличия в настоящую эпоху естественной геологической работы стекающей воды приводятся

примеры различных эрозионных образований и процессов, наблюдаемых в горных территориях.

Действительно, нигде так ярко не проявляется влияние вмешательства человека, как в горной территории, на развязывание размывающих сил стекающей воды. Все почти наблюдаемые в горах эрозионные процессы на 90% (если не на все 100%) обязаны деятельности человека. Теперь достаточно известно, что те горные территории, где в настоящее время мы наблюдаем резко бросающиеся в глаза современные эрозионные процессы, были с давних времен освоены человеком. Горные территории Узбекистана, Армении, Грузии, Крыма и т. д. издавна служили местом пастьбы скота и добычи древесного материала. Освоение торных территорий неминуемо вело к уничтожению не только дернового и лесного покрова почвы, но к уничтожению даже и самой почвы. Почва хотя и была здесь почти всюду мало развитой, однако в течение ряда веков на ней все же накопился некоторый слой назема дававшего известную возможность растительности зацепиться на таких горных крутых склонах и сделать их этим недоступными для смыва и размыва.

Из-за пастьбы скота не только был уничтожен этот скопленный в течение веков назем, но одновременно создались условия, затрудняющие хотя бы в ничтожном виде его восстановление. Оголенные крутые склоны еще более ухудшили условия для задержания воды на поверхности и для замедления поверхностного стока.

Результатом этого было развитие в горных территориях грязекаменных потоков (горных селей), оголение склонов, образование осыпей, обвалов и других процессов, кажущихся с первого взгляда нормальными геологическими процессами деятельности стекающей воды.

И работа ледников, казалось бы, не подчиняющихся влиянию человека, вследствие уничтожения травяной и лесной растительности, а также оголения склонов от водопоглощающего назема, была облегчена для проявления связанных с ними эрозионных и других процессов. Снежные лавины, ничем не удерживаемые, получили возможность продвигаться в более низкие зоны, а тающие воды ледников при ненарушенном травяном, лесном и почвенном покровах в избытке перехватывавшиеся почво-грунтом и шедшие на питание подземных вод (на внутренний сток), стали быстро стекать по поверхности и по дну ущелий, совершая здесь подмыв, углубление и расширение донных русел (водотоков). С течением времени под воздействием регулярной и бессистем-

ной пастьбы скота и вырубки лесов горные территории, бывшие ранее в состоянии эрозионного покоя, становились постепенно селеопасными¹, одновременно переходящими в разряд бросовых земель.

Как на равнинных территориях Союза ССР, так и в горных территориях современные эрозионные разрушения (а они должны быть здесь, конечно, гораздо большими, потому что основной фактор эрозии—уклон поверхности и глубина базиса эрозии в несколько раз превышают тот же фактор на равнинной территории) никогда и здесь не могут все же достигать таких размеров, которые создались в послетретичную эпоху под воздействием ледникового феномена, в форме глубочайших горных ущелий и горных долин, совершенно несоизмеримых с теми сравнительно ничтожными современными эрозионными образованиями, которые возникают ныне в этих же горных территориях под воздействием хозяйственной деятельности человека.

Заканчивая этим изложение вопросов геологического порядка, возникающих в связи с изучением процессов эрозии, следует еще остановиться на одном довольно важном вопросе, затрагивающем существующие концепции о роли основных сил природы, создающих облик земли.

В геологии в этом отношении выдвигаются два начала; тектоника и денудация; первая создает положительные формы рельефа (вышенности), вторая (главным образом в форме эрозии) нивелирует эти формы, перенося разрушенный этим процессом материал в пониженные участки рельефа.

Если в отношении тектоники у нас имеются более или менее разработанные теории хода этого процесса, деформирующего земную оболочку, то в отношении развития эрозионной формы денудации вопрос стоит в весьма общей и неопределенной форме, сводящей весь этот процесс к непрерывной геологической деятельности стекающей воды, т. е. к плоскому эволюционизму.

Мы уже указывали, что естественной (без влияния человека) эродирующей работы воды, дающей ощутимые внешние результаты в виде эрозионных образований и продуктов отложения, мы в настоящее время нигде не наблюдаем. Все проявления стекающей воды в районах, наиболее подверженных эрозии (глубоко расчлененные районы равнинной территории; горные районы) являются результатом

¹К таким территориям, до последнего времени считавшимися неопасными в отношении селей, в настоящее время уже переходящим в разряд селеопасных, может быть теперь отнесена значительная территория южных районов Крыма.

вмешательства человека в процесс нормального, спокойного стока поверхностных вод, вмешательства, выражающегося в уничтожении растительности и в превращении поверхности земельной территории в оголенный или распаханый вид.

При отсутствии такого воздействия человека естественная растительность совершенно не допускает развития на поверхности эрозии, такая растительность аккумулирует все случайно передвигающиеся твердые частицы, создавая одновременно более мощный почвенный покров, а иногда даже и скопление растительных остатков, – процесс, немислимый при наличии сколько-нибудь развитой эрозии.

Мы можем, по аналогии, с полным правом также сказать, что и в прежние геологические эпохи, при наличии на поверхности растительности (а растительность должна была быть почти везде на участках, свободных от воды) эрозия, как процесс, нормально развивающийся, не могла иметь места. Если в ходе развития тектонических (горообразовательных) процессов в настоящее время принимается скачкообразное развитие их, то мы считаем вполне допустимым принять такой же ход развития и для процесса эрозии, относя отдельные циклы ее развития к соответствующим ледниковым периодам. Только ледниковые периоды могли вообще создать условия для возникновения эрозии (наличие поверхности, обнаженной от растительности) и условия для проявлений ее в такой интенсивности, при которой она была бы в состоянии сформировать гидрографическую сеть и прилегающие к ней склоны с их резкими и глубокими контурами, свидетельствующими о громадной размывающей энергии стекающих вод, участвовавших в создании этих основных элементов земной поверхности.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие.....	135
Введение.....	138
<i>Часть первая. Древняя послетретичная эрозия.</i>	144
Основные элементы рельефа.....	144
Схемы строения территории.....	148
Состав и условия залегания покровной породы.....	150
Стадии развития древней послетретичной эрозии.....	156
Три цикла послетретичной эрозии.....	168
Первый цикл послетретичной эрозии.....	169
Второй цикл послетретичной эрозии.....	177
Третий цикл послетретичной эрозии.....	182
Древняя гидрографическая сеть, ее формы и строение.....	187
Ложбины.....	188
Лощины.....	190
Суходолы.....	194
Долины.....	201
Соотношение отдельных звеньев сети и их зональные изменения.....	217
Склоны.....	235
Водораздельные линии.....	241
Связь почв с рельефом.....	246
Описание наиболее характерных типов территории эродированных районов.....	254
Развитие древних послетретичных эрозионных образований.....	296
<i>Часть вторая. Современная эрозия.</i>	308
Процессы размыва.....	309
Донный размыв.....	319
Факторы развития современного донного размыва.....	320
Береговой размыв.....	338

Сопоставление условий развития донного и берегового размыва	350
Переходные формы донного и берегового размыва.....	353
Подмывы берегов.....	358
Подмывы коренных берегов речных долин.....	360
Подмывы боков русла в речных долинах.....	365
Количественные размеры процессов размыва и их динамика	367
Возраст современных размывов.....	378
Процессы смыва.....	381
Факторы развития смыва.....	387
Количественное и качественное проявление процессов смыва	399
Интенсивность процесса весеннего и ливневого смыва.....	406
Размеры площадей, занятых смытыми почвами в различных районах европейской части Союза ССР.....	415
Качественные изменения в почве, связанные с ее смывом.....	419
Физико-геологические процессы, связанные с современной эрозией	423
Физико-геологические процессы, вызываемые размывом.....	423
Отложение наносов.....	430
Заболачивание пойм.....	434
Влияние размыва на изменение гидрологических условий...	436
Последствия процесса смыва.....	437
Общие последствия эрозии.....	441
Распространение современной эрозии по территории европейской части СССР.....	444
Среднерусская возвышенность.....	446
Центрально-черноземный меловой район.....	450
Приволжская возвышенность.....	455
Приднепровская возвышенность.....	464
Эрозионные районы вне больших возвышенных территорий.....	467
Районирование современной эрозии.....	470
Некоторые выводы общегеологического порядка, получаемые в результате изучения процессов эрозии.....	489

Профессор А. С. Козменко
ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ БОРЬБЫ С ЭРОЗИЕЙ ПОЧВ

Статья в сборнике ВНИАЛМИ «Итоги работы института опытных станций и пунктов». – Волгоград, 1961. – Т. 1. – Вып. 35. – С. 67-100.

Лечение «эрозионной болезни земли», как и лечение всяких других болезненных явлений, требует, прежде всего, ясного представления о ее природе и причинах возникновения, знания условий ее развития и распространения. Только имея такие сведения, можно правильно наметить пути и приемы предупреждения, лечения и полной ликвидации болезни. Если с такими требованиями подойти к мероприятиям по борьбе с эрозией, то в этом отношении мы будем поставлены в весьма затруднительное положение, ибо ни одно из вышеперечисленных требований к лечению «эрозионной болезни» в настоящее время, к сожалению, выполнено быть не может.

Начнем с самого понятия об эрозии. Как это ни странно, но до сих пор в отношении этого явления у нас нет пока строгого определения. С давних времен и у нас в России, и на Западе Европы в геологической и географической литературе под термином «эрозия» всегда подразумевался процесс, связанный с геологической деятельностью проточной воды, и какие бы ни были по этому термину отдельные толкования, всегда в них фигурировал водный агент в его движении по поверхности земли. Сообразно этому и все практические мероприятия по ликвидации отрицательных явлений эрозии всегда имели в виду процесс размывания земной поверхности.

Однако, неизвестно по каким побудительным причинам, в СССР лет 30 назад с «легкой руки» американцев термин «эрозия» получил двойственное обозначение: им стали именовать не только деятельность текущей воды, но и деятельность совершенно иного природного агента ветра, которую никогда до этого не именовали эрозией; ибо для нее существовал в науке вполне определенный и ясный термин «дефляция» (по-русски – развеивание). Смешав воедино геологическую деятельность двух различных природных агентов и только прибавив к термину «эрозия» два различных прилагательных «водная» и «ветро-

вая» (в практике при этом опускаемые), этим самым бесцельно ввели путаницу в само представление об эрозионном явлении. Еще большая путаница в понятии об эрозии происходит у нас в силу того, что к последствиям эрозии, как к болезненному, отрицательному для народного хозяйства процессу, стали причислять совершенно нормальные объекты рельефа. Мы имеем в виду вошедшее в обиход объединение современного эрозионного объекта «оврага» с древним эрозионным образованием – «гидрографической сетью», так называемой балкой, которая является постоянным элементом древнего рельефа, не требующим какой-то ликвидации. Надо при этом отметить, что такое смешение двух генетически различных объектов вошло у нас не только в практику и обиход мелиоративных работ, но и существует в научных работах, затрагивающих вопрос о природе оврагов и их распространении.

Можно сказать, что научному представлению о рельефе и его элементах не повезло и у нас, и за рубежом.

В самом деле, если почти в каждой отрасли науки, касавшейся природы земной поверхности, в отношении ли почвы, растительности, или каких-либо водных объектов работники науки всегда стремились подойти возможно подробно к выяснению условий возникновения, качественного и количественного их проявления в том или ином объекте, то в отношении рельефа и выявления его геоморфологических особенностей пока еще не замечается сколь-нибудь ясных и фактически проверенных обобщений, несмотря на то, что значение рельефного фактора для познания природы явлений, проходящих на земной поверхности, всегда признавалось и признается почти всеми исследователями. Обычно в отношении этого показателя наблюдается какое-то стремление отделаться от сколько-нибудь детального его описания туманными и притом весьма лаконическими фразами (вроде, например, «рельеф пологий», «всхолмленный», «гористый ландшафт» и т. п.), не подкрепляя такое определение никакими реальными, а тем более цифровыми показателями, не говоря уже об отсутствии научного изучения генезиса того или иного типа рельефа.

Надо сказать, что и большинство наших довольно известных ученых, специалистов по геологии и географии, затрагивавших в своих больших печатных работах вопрос о рельефе европейской части СССР, дойдя до описания «оврагов», излагали этот вопрос в самой примитивной форме, печатая обычно такой раздел «мелким шрифтом», подчеркивая тем самым, что речь идет об объектах, не имею-

щих большого значения для геологической науки (поскольку-де это объекты «искусственного» порядка, следствие нерациональной деятельности человека). А между тем, гидрографическая сеть – это повсеместный элемент нашего российского рельефа.

При этом характерно, что у нас возник и весьма оригинальный взгляд на развитие этих «овражных» образований, считавшихся начальными стадиями образования речных долин (Докучаев). Сложилась генетическая концепция перехода «оврага» в «балку» и «речную долину», причем никто из выносивших такую концепцию не указывал определенно, к какому же периоду (современному или какому-либо более древнему) следует относить такой переход одного генетического образования в другое; и если все относить к современному (как «овраг»), то имеются ли на существующей территории какие-либо фактические признаки такого перехода и возникновения других стадий. Если одна из них – «овраг» (подразумеваемая под этим процесс размыва земельной территории) имеет в настоящее время распространение во многих районах нашей страны, должны бы, казалось, ныне существовать в какой-либо форме и другие переходные стадии такого эрозионного процесса от «оврага» к «речной долине».

Однако таковых переходных и ныне существующих и ныне растущих стадий мы нигде не наблюдаем, даже и в зачаточном виде; особенно определен этот факт в отношении речных долин, форма которых обладает весьма резко выраженными внешними контурами, имеющими вид глубоких впадин (нередко до 100 м глубины), проложивших себе путь через твердые коренные породы (известняки, граниты, кварцы) и захватывающих окружающую территорию на ширину нередко до нескольких верст.

И если «овраг» принято считать вредным (отнимающим полезную земельную площадь, образованием и притом обязанным нерациональной деятельности человека, то, исходя из указанной концепции («овраг» – «балка» – «речная долина»), необходимо было бы и последующие стадии его развития (балки и речные долины) также в какой-то степени причислить к вредоносным образованиям, вызванным нерациональной деятельностью человека, а это будет уже сплошным абсурдом.

Поэтому, чтобы правильно поставить дело борьбы с оврагами, надо прежде всего точно установить, имеем ли мы здесь дело действительно с вредоносным явлением, вызванным деятельностью человека, или же тут примешиваются какие-либо другие процессы, не связанные с

деятельностью человека. Такое разграничение следует сделать обязательно, ибо в современной литературе и в практике термины «овраг» и «балка» очень часто фигурируют совместно в различных их комбинациях и с каким-либо другим термином, например: «приовражные» и «прибалочные насаждения», «облесение оврагов и балок», и мероприятия «на оврагах и балках», «запруживание оврагов и балок», «овражистая местность» и т. п. Причем даже при подсчете неудобных «овражных» площадей в эту группу, как правило, включаются также и «балки», считая их, как и «овраги» бросовыми площадями; а под выражением «овражистая местность», как правило, всюду подразумевают территорию, расчлененную балками, и отсюда выходит, что «овражистая местность» должна считаться опасной и вредоносной местностью.

Предпринимая практические мероприятия по ликвидации всякого рода проявлений эрозии, надо, конечно, прежде всего знать, с каким объектом (вредным) или (безвредным) мы будем иметь дело. И то, и другое образование является частью рельефа территории, а поэтому, чтобы разобраться по существу и избежать ошибок, необходимо прежде всего выяснить, что представляет из себя рельеф данной местности. Какие он может иметь формы и какие условия могут его изменять?

Рельеф европейской части СССР

Если рассмотрим по гипсометрической карте, что представляет собою территория европейской части СССР, то увидим, что почти вся она покрыта довольно густой, разветвляющейся наподобие ствола дерева, сетью крупных и мелких водоотводящих артерий, расчленяющих территорию на отдельные участки, наклоненные под тем или иным углом к близлежащим участкам сети. Такую сеть, именуемую гидрографической, мы увидим решительно везде, от Крайнего Севера до Крайнего Юга. Она может быть и на участках безлесных, и на участках, сплошь облесенных*. Если при этом мы будем иметь карты более крупного масштаба (1:25000, 1:50000), на которых можно будет по горизонталям выделить большую часть разветвлений этой сети то представится возможность подсчитать ее протяжение на единицу площади, и определить так называемый коэффициент расчленения земельной территории,

*Эту сеть в той или иной форме можно встретить и за пределами указанной территории Союза и притом не только в равнинных, но и в горных районах, где она бывает представлена густой сетью горных ущелий.

являющийся весьма важным показателем рельефа каждой местности. Коэффициент этот для большинства территорий центральной европейской части СССР обычно колеблется в пределах 0,5-1, причем для более ровных и пологих районов он снижается до 0,1-0, а для сильно расчлененных доходит до 2 (для гористых даже до 3 и более). Так как именно эту гидрографическую сеть именуют обычно балками, считая ее производной от оврагов, то из сказанного только что о повсеместном распространении этой гидрографической сети как будто нужно было бы сделать и такой вывод, что и первичная стадия сети, т. е. овраги также должны являться повсеместным образованием со всеми присущими им условиями возникновения и отрицательными последствиями. Но с таким пространственным подходом к ходячему представлению об «овраге» мы дойдем снова до абсурда.

Для того чтобы вполне разобраться в этом запутанном вопросе о рельефе и его гидрографической сети, рассмотрим прежде всего более подробно, как же распределяется гидрографическая сеть по территории, какое она имеет внешнее и внутреннее строение; иначе говоря, что она из себя представляет, как геоморфологический объект.

На той же гипсометрической карте европейской части СССР можно увидеть, что гидрографическая сеть состоит как бы из отдельных, различного размера, древовидных стволов (рис. 1), своими устьевыми частями входящих в какие-либо более крупные стволы или водоприемники и в конце концов, впадающих в моря или океаны – предельные базисы стока. Для европейской части СССР таковыми базисами будут (рис. 2): на севере Белое море и Северный Ледовитый океан, на западе – Балтийское море, на юге – Черное (с Азовским), на юго-востоке – Каспийское море. Рассматривая какой-либо отдельный большой ствол с базисом стока в какой-либо долине, можно в нем различить отдельные и

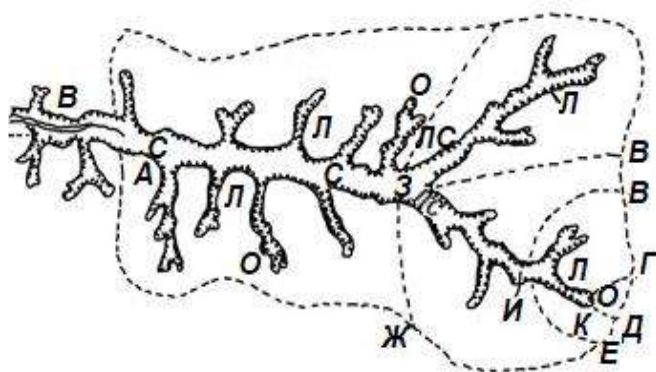


Рис. 1. Гидрографическая сеть и ее звенья в плане: Л – лощина; ЛС – лощино-суходол; С – суходол; д – долина; О – отвершки; ДГК – водосбор отвершки; ВИЕГ – водосбор лощина; БЗВ и ЖЗВ – водосборы лощино-суходолов; АБВЕЖА – водосбор суходола



Рис. 2. Карта основных базисов стока европейской части СССР:

1 – гидрографическая сеть основных речных долин; 2 – водораздельные линии водосборов основных базисов стока; 3 – южная граница распределения валунов северо-скандинавского ледника; Б – водосбор Белого и Баренцева морей; К – водосбор Каспийского моря; Ч – водосбор Черного моря; А – водосбор Азовского моря

звенья, характерные как по внешним признакам, так и по внутреннему их строению. Для характеристики таких отдельных звеньев, которые принято именовать (начиная с верхних) ложбинами, лощинами, суходолами и долинами, приводится таблица 1, указывающая примерные их поперечные размеры, и дается описание внешнего поперечного профиля и внутреннего геологического строения отдельных элементов сети (берегов и днищ) и прилегающих склонов водосборной площади.

Из данных таблицы и рисунков, относящихся к отдельным звеньям сети (рис. 3), можно сделать следующие выводы:

1. Гидрографическая сеть не представляет собою какого-то однообразного объекта, а меняет внешнее и внутреннее строение, по мере передвижения с верхних своих участков к нижним. Уже из этого одного можно видеть, что применение для сети такого общего термина, как «балка», совершенно не учитывает фактической стороны в этом вопросе и этим термином объединяются объекты различного внешнего и внутреннего строения.

2. С постепенным увеличением размеров звеньев сети и переходом от верхнего звена к нижнему усложняется ее внешнее и внутрен-

Таблица 1

Характеристика звеньев гидрографической сети

Звенья сети	Протяжение звена, % от общей длины сети, ¹	Величина водосборной площади, га ¹	Ширина звена, м	Асимметрия		Крутизна берегов ²		Породы, слагающие берега ³	
				крутизны противоположных берегов	грунтов противоположных берегов	солнечная	тневая	солнечная	тневая
Ложбины и небольшие короткие отвершки	15-20	5-50	30-80	Отсутствует	Отсутствует	Пологий	Пологий	Мощная покровная (свыше 3-5 м)	Мощная покровная (свыше 5 м)
Лощины	25-40	50-300	80-150	То же	В мощности покровной породы	Средней крутизны	Средней крутизны	Покровная небо-льшой мощности	То же
Лощино-суходолы	30-20	300-800	150-200	Ясно заметна	Имеется	То же	Пологий	Коренная прик-ры-тая слоем (до 1 м) покровной породы	То же
Суходолы	20-15	800-3000	200-400	Резко выраженная	Резко выраженная	Крутой	То же	Коренная	То же
До-ли-на		10-5	400-800	Чередующаяся	Чередующаяся	Крутой и пологий	Пологий и крутой	Коренная, покровная	Покровная, ко-ренная
			Более 1000	Односторонняя	Односторонняя, резко выраженная	Пологий	Крутой	Покровная (лёсс и послетретичные пески)	Коренная

¹ Первые цифры относятся к сильно расчлененным, вторые – к слабо расчлененным районам.

² Берег пологий – менее 10°, средней крутизны – 10-20°, крутой – более 20°.

³ Долины 1-го типа с попеременно чередующимися пологими и крутыми берегами; уклон поймы свыше 0,0002.

⁴ Долины 2-го типа с односторонней асимметрией (один берег крутой, противоположный – пологий) на всем протяжении долины уклон поймы менее 0,0002.

⁵ К берегам солнечных экспозиций относятся берега, обращенные на юг, юго-восток, юго-запад, запад; к берегам тневых экспозиций – берега, обращенные на север, северо-запад, северо-восток, восток.

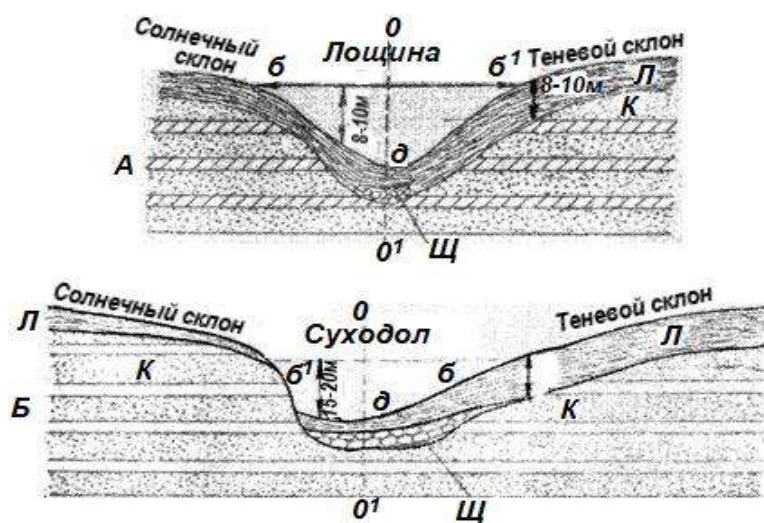


Рис. 3. Поперечные профили лощины (А) и суходола (Б) Л покровная (лессовая или лессовидная) порода; К – коренная порода; Щ – щебенистый нанос; б¹д и бд – берега; д – дно; оо¹ – ось поперечного профиля

нее строение, но каждое последующее звено остается генетически связанным по всем главнейшим показателям с показателями вышележащих звеньев.

3. Поэтому и нижнее звено сети – «долина» (при наличии в ней водного речного потока), именуемая речной долиной, генетически связано со всеми вышележащими звеньями (суходолами, лощинами, вплоть до ложбинных звеньев), и его (т. е. долину) никоим образом нельзя (как делают многие географы) считать каким-то самодовлеющим образованием, возникшим без всякого участия связанного с ним комплекса вышележащих звеньев, по общему процентному их протяжению, значительно превышающих нижнее звено, т. е. долину (в таблице указано, что протяженность ложбин, лощин и суходолов в пределах водосбора долины составляет в сумме около 90%, а сами долины – всего лишь не более 10% от общего протяжения сети). Если перейти к обзору строения и состава поверхностных и коренных пород, слагающих берега и днища различных звеньев сети, то из приложенных рисунков поперечных профилей этих звеньев можно усмотреть, что при сравнительно глубокой гидрографической сети, в большинстве случаев, почти всюду наблюдается залегание на ее берегах и по дну весьма типичной покровной (лессовидной или лессовой) породы, прикрывающей как бы плащом глубокую выемку в коренной породе, прорезанную соответствующим звеном сети*. Плащ этой лессовидной породы обычно бывает сосредоточен около самой сети, постепенно

*Коренными породами в рассматриваемых районах бывают песчаные, глинистые и глинисто-песчаные отложения, известняки, мелы, песчинки, кварциты, граниты.

снижаясь в мощности на прилегающем к сети склоне; при этом в большей своей массе он бывает, чаще всего, отложенным на теневой стороне, в меньшей – на солнечной стороне.

В отношении характерных особенностей отложений покровной породы надо иметь в виду следующее:

1. Встречающиеся местами в покровной породе признаки слабой слоистости бывают наклонены к оси дна ближайшего звена сети; этим данная порода резко отличается от коренной породы, слоистость, которой бывает подчинена общему направлению падения залегающих в данной местности геологических пластов;

2. Мощность покровной породы в ложбинах на отдельных их сторонах бывает обычно одинаковой, с переходом же к нижним участкам сети (лощинам, суходолам и долинам) мощность изменяется, в зависимости от экспозиции берега: на теневых экспозициях (С, СЗ, СВ) она бывает толще, чем на солнечных (Ю, ЮВ, ЮЗ, З); эта асимметрия особенно усиливается с переходом к более низким звеньям сети, где на солнечных экспозициях она может сходить на нет, обнажая непосредственно на поверхности нижележащую коренную (в большинстве случаев бесплодную) породу. (Обстоятельство, имеющее большое практическое значение при облесении берегов гидрографической сети);

3. Представляя в целом довольно однообразную по механическому составу мелкозернистую (лессовую или лессовидную) породу, она в различных звеньях одного и того же гидрографического ствола может несколько изменять свой состав, отражая обычно в нем преобладающий химический состав подстилающей коренной породы; так, если последняя бывает представлена карбонатными породами (меловыми известняковыми), то и состав покровной породы получает карбонатный оттенок; при песчаной коренной породе в покровную породу включаются преимущественно кремнистые элементы. (Все это также следует учитывать при проведении облесительных работ по берегам гидрографической сети);

4. Немаловажное практическое значение имеет также связь покровной породы с крутизной прилегающего к сети склона и с составом коренных пород, слагающих такой склон. Обычно чем круче склон, тем меньшей мощности бывает на нем покровная порода, особенно на склоне. Это свойство еще более усиливается, если в толще коренных пород склона преобладают трудно-выветриваемые породы, вроде песчаников и кварцитов, что связывается (как это будет указано ни-

же) с условиями образования покровной породы, сформировавшейся за счет мельчайших выветрившихся частиц коренной породы.

Теперь рассмотрим, что же представляют собою окружающие гидрографическую сеть склоны. Из данных приведенной выше таблицы, показывающих протяжение и характер склонов в зависимости от коэффициента расчленения данной территории, можно с достаточным основанием сделать вывод, что самым важным в этом вопросе является тот факт, что к каждому без исключения участку гидрографической сети даже к самому небольшому ее ответвлению, всегда имеется падение окружающей его водосборной площади; это падение прослеживается от самой водораздельной линии вплоть до днища сети; отсюда следует, что гидрографическая сеть в генетическом отношении представляет одно целое с прилегающим склоном, и нет поэтому гидрографической сети без прилегающего к ней склона, как нет вообще и наклонного участка, который бы не примыкал к какому-либо элементу звена гидрографической сети.

Исходя из того положения, что с увеличением коэффициента расчленения территории этой сетью уменьшается размер, а, следовательно, на протяжении межсетевых участков, можно уже установить, что и протяжение примыкающих к сети склонов связано с тем же коэффициентом расчленения. Так, например, при коэффициенте расчленения равном 1-1,2, длина склона по линии наибольшего уклона (иначе называемой «линией тока», пересекающей под прямым углом горизонтали) примерно бывает равна от 400 до 600 м. (Обычно более длинной на теневом более короткой на солнечном склоне). Следует также принять во внимание, что с увеличением коэффициента расчленения территории увеличивается также и разность высот конечных «линий тока», т. е. превышение наиболее высокого (водораздельного) ее пункта над днищем сети. При указанном выше коэффициенте это составляет от 5 до 40 м, а отсюда можно видеть, что поперечный размер водоотводящих углублений, создаваемых на земельной территории гидрографической сетью с прилегающими с обеих сторон склонами, составит при том же коэффициенте – примерно по верху 1000-1200 м, с глубиной (в пересечении гидрографической сетью) примерно (5-40). Таким образом, расчленение территории гидрографической сетью делает всю ее площадь испещренной впадинами различной глубины и крутизны склонов, покрытых (так же, как и на берегах сети) плащом покровной породы, различной мощности, в зависимости от экспозиции (на теневых – большей, на солнечных

меньшей); общая же крутизна отдельного склона, примыкающего к сети, зависит от плотности коренных пород, слагающих массив этого склона. Большая их пологость наблюдается при рыхлых грунтах, большая же крутизна – при более твердых; в силу этого геологические разрезы коренных (первичных) склонов получают примерно очертания, показанные на прилагаемых схематических профилях (рис. 4).

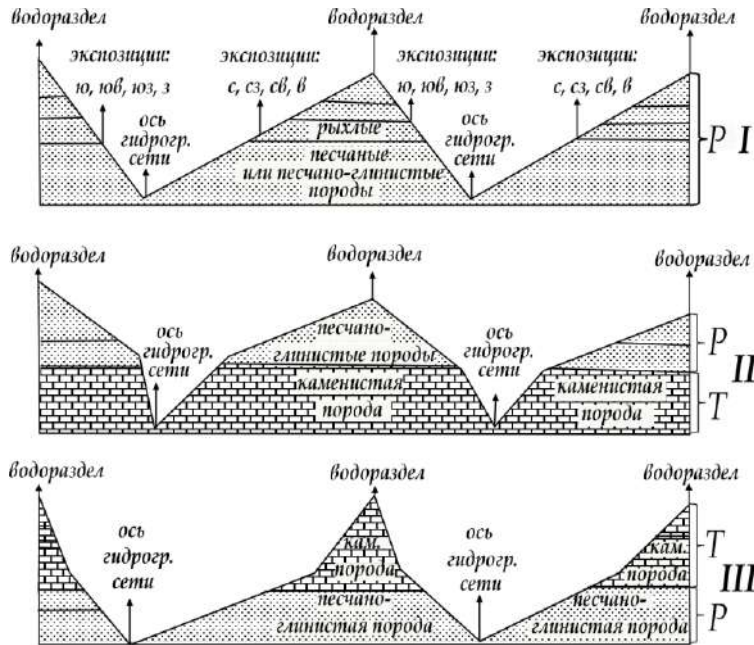


Рис. 4. Схемы профилей первичных склонов в коренных породах при различных сочетаниях:

I – профиль при сплошь рыхлых породах; II – профиль при рыхлых породах в верхней части толщи и твердых породах в нижней части; III – профиль при твердых породах в верхней части и рыхлых в нижней части; Р – рыхлые коренные породы (пески, глины); Т – твердые коренные породы (известняк, мел, опоки)

В большинстве случаев формы склонов бывают выпуклой формы, реже прямой и вогнутой. Профиль выпуклой формы бывает преимущественно на склонах, где покровная (лессовая или лессовидная) порода отложилась с пониженной мощностью близ водораздела и повышенной у основания – и притом больше всего по основанию теневых склонов. Вогнутый же профиль чаще всего встречается на крутых (преимущественно солнечных) склонах суходолов и долин. Последнее особенно резко бывает выражено на тех участках сети, где толщина слагающих склон коренных пород состоит из твердых каменистых грунтов; в таких местах покровная (лессовая) порода бывает сгружена почти сплошь в основании склона, сливаясь здесь с прилегающим берегом гидрографической сети. Таким образом, вертикальный профиль склона не представляет из себя чего-то случайного; будучи всегда связанным с определенными гипсометрическими и геологическими условиями, он является весьма важным практическим показателем для работников, имеющих дело с сельскохозяйственной мелиорацией в глубоко расчлененных районах.

Рассмотрим детальное гипсометрическое соотношение между склоном и прилегающей сетью. Для этого возьмем на карте вершинный участок двух сходящихся лощин с нанесенными на нем (на склонах) горизонталями (рис. 5).



Рис. 5. Расположение линий тока и горизонталей на склонах к лощине:

B^1-B^3 – водораздельная линия водосбора лощины; $l-l^5$ – линии тока; I-V – горизонтали; А – направление, параллельное оси сети; Б – направление, перпендикулярное к оси; a^1-a^4 – пункты на одной и той же линии тока; $l^1 b^1-b^4$ – пункты на одной и той же горизонтали IV

Изучение распределения горизонталей показывает, что почти всюду в районах с ясно выраженным рельефом (с коэффициентом расчленения около 1) большинство горизонталей при выпуклом профиле склона обычно сближаются по направлению к гидрографической сети, причем каждая горизонталь, начавшаяся на водораздельной линии при переходе с верхних участков водосбора к нижним (в связи с наклоном в этом же направлении всего склона и берега сети) почти всегда подходит к верхней бровке берега сети, а входя на этот берег (при его значительно большей крутизне сравнительно с прилегающим склоном) сближается почти вплотную с соседними горизонталями. Другой закономерностью в распределении горизонталей является то, что на склоне определенной экспозиции одного и того же звена сети, «линии тока» (линии наибольшего уклона) от водораздельной линии до подножия склона имеют почти одинаковую длину, подходя при этом всегда под острым углом к оси звена гидрографической сети в направлении равнодействующей двух наклонов склона: наклона ближайшего к гидрографической сети (А) и наклона днища самой сети (Б) (см. рис. 5). Наличие этих закономерностей в поверхностном контуре склонов, наклонных к гидрографической сети, дает возможность сделать ряд весьма важных практических выводов, а именно:

1. Нагрузка поверхностного стока и его размывающая сила на отдельных пунктах одной и той же горизонтали (напр. IV) не является

одинаковой, а всегда увеличивается с переходом горизонтали от повышенного участка склона (а') к присетевому участку склона (А4) (примыкающему к берегу гидрографической сети). В том же направлении усиливается и смывость почвы и все связанные с этим процессом явления (ухудшение структуры, вынос питательных элементов почвы и понижение урожайности). Отсюда получается с первого взгляда как будто странное явление: двигаясь вдоль горизонтали ровной местности, мы будем наблюдать постепенное ухудшение плодородия почвы, вызываемое увеличением поверхностного стока. Поэтому часто рекомендуемая пахота по горизонталям может дать в глубоко расчлененных районах положительный эффект только в тех случаях, когда для нее будет выделен на наклонном склоне лишь небольшой участок однообразной экспозиции, изолированный от подтока к нему воды с большой площади вышележащего склона.

2. На основании тех же положений, указывающих на сближение горизонталей по мере перехода от верхних участков одного и того же склона к нижним, никогда не представляется возможным создать пахотные, одинаковой ширины, загоны с обеими границами, идущими вдоль горизонталей, ибо всегда любая из этих границ загона (верхняя или нижняя), проведенная по горизонтали, через весьма небольшое расстояние станет непараллельной другой границе.

3. В свете сказанного выше становится непонятным часто выдвигаемое в агротехнической практике требование проводить те или иные пахотные или другие операции «поперек склона» (без точного указания о том, что следует подразумевать под этим термином). Если считать поперечным направлением – направление, параллельное горизонталям (или приблизительно такое), то практически бывает трудно осуществить такую рекомендацию в условиях сильно расчлененной территории. С одной стороны, – в силу большой извитости в крутых районах самих горизонталей (особенно же на нижней, присетевой части склона), а с другой, – из-за невозможности (как только что было показано) создать загоны с параллельными границами, приуроченными к горизонталям. Выход из такого запутанного положения может быть лишь один: считать в районах с глубоко расчлененным рельефом наиболее приемлемыми на склонах (со сближающимися горизонталями), границы загонов, идущие примерно параллельно оси ближайшего звена сети. При такой установке для каждого загона (идущего по одному и тому же склону одной и той же экспозиции) могут

быть даны примерно одинаковые стоковые нагрузки поверхностных вод и созданы на нем одинаковые условия ликвидации смыва почвы, а отсюда и одинаковые требования к типу противоэрозионных мелиоративных мероприятий*. Выражение же «поперечное направление» или «поперек склона» следует изъять из обихода, так как оно не является таким указанием, которое может быть ясно понято всеми исполнителями, не является и легко осуществимо.

Указанные закономерности в формировании основных элементов рельефа (гидрографической сети и прилегающих к ней склонов водосбора), дают практические указания и о том, какие могут происходить отрицательные явления при проведении различного рода противоэрозионных мероприятий (поделка водозадерживающих валиков, борозд, лесных полос, луговых буферов, высоких валов и т. п.) вдоль или «почти вдоль» горизонталей.

Все такие мероприятия могут оказаться или малоэффективными или даже вредными, если при их проведении не будут учтены условия их размещения в зависимости от расстояния (по линии тока) от водораздельной линии, ибо из приведенной схемы явствует (см. рис. 5), что если эти мероприятия будут заложены, например, на нижней трети линии тока, то они почти во всех случаях не достигнут цели и, возможно, будут уничтожены при первом же большом весеннем и ливневом стоке, в силу большой нагрузки на них поверхностного стока, проходящего с обширной водосборной площади, прилегающей к этим участкам линии тока.

Такие закономерные соотношения в развитии стока и энергии смыва дают нам определенные указания и для размещения в глубоко расчлененных районах противоэрозионных севооборотов; границы этих севооборотов должны размещаться параллельно оси ближайшего звена гидрографической сети, так, как только тогда ими будет достигаться охват более или менее однообразного участка и по типу почвы, и по степени его смытости, равно как и по однообразию условий его освоения и мелиорации.

Немаловажные практические выводы эти же геоморфологические закономерности могут дать и гидромелиораторам – в отношении рациональной постановки в глубоко расчлененных районах меропр-

*Возможная в таких случаях концентрация стекающей воды по границам должна устраняться применением простейших «распылителей стока», которые в расчлененных районах приходится применять даже и на горизонтальных границах, ввиду наличия ложбинности.

ятий по регулированию поверхностного стока (путем его распыления, водопоглощения и уменьшения скорости движения), которые должны исходить из таких наиболее важных геоморфологических показателей рельефа как величина коэффициента расчленения водосбора, характером вертикального профиля склонов, длины линий тока, особенности профиля отдельных звеньев гидрографической сети.

Так, например, при сооружении канав, борозд и валов в районах с коэффициентом расчленения свыше 1, необходимо всегда предусматривать возможность более быстрого заиления выемок, борозд, канав и риск прорывов небольших насыпей и валов на следующих участках.

а) на более низких (по линиям тока) уровнях склона (особенно же на присетевой части склона);

б) в большей степени на склонах солнечных экспозиций (особенно же примыкающих к нижним звеньям гидрографической сети суходольным и долинным).

Эти же условия (осложняющие проведение мелиоративных мероприятий) должны тщательно учитываться и:

а) при разбивке распылителей стока, при перекопке борозд и меж, при прокопке рубежей и граничных напашей (особенно же около лесных насаждений и лесных полос);

б) при устройстве в гидрографической сети прудов и при сооружении около них водоспусков;

в) при закладке на склонах различного рода лесомелиоративных насаждений и полос, регулирующих поверхностный сток распылением или задержанием.

Зная указанные выше закономерности в распределении участков различной крутизны, различной экспозиции, с различной мощностью лессовой и лессовидной (наиболее лесо- и лугопригодной) покровной породы по отдельным элементам (берегам и днищам) различных звеньев гидрографической сети (см. таблицу и рис. 2-3), можно иметь полную возможность рационально поставить выращивание лесных насаждений и луговых полос на различных элементах рельефа, приурочивая необходимые мероприятия (состав и технику) соответственно изменениям биологических условий.

Наличие такой дифференциации растительных условий должно являться ведущим фактором при создании защитных мелиоративных лесных насаждений противозерозионного и водоохранного назначения в районах с высоким коэффициентом расчленения их гидрографической сетью.

Земельные угодья гидрографической сети

Рассмотрим, что представляют из себя земельные угодья гидрографической сети, часто именуемые у нас «балками»*.

По существу своему эта гидрографическая сеть является природным объектом, имеющим различную геоморфологическую характеристику и различную производственную ценность, в зависимости от типа звена и контура отдельных его элементов (берегов и днища). Если днище представляет собою довольно ровную в поперечном разрезе площадь, меняющую лишь свой продольный уклон по мере продвижения к нижним звеньям сети, то берега сети имеют, наоборот, весьма заметную крутизну, обычно большую на солнечных экспозициях и меньшую на теневых. Однако верхнюю границу этой крутизны у того и другого берега бывает довольно трудно отметить в силу того, что (как о том было сказано выше) берег гидрографической сети всегда тесно связан с прилегающим к нему склоном и в отношении внешнего контура, и в отношении геологического строения, так как (лессовая лессовидная) порода без резких изменений в своем составе переходит со склона в прилегающий берег сети, постепенно изменяясь лишь в своей мощности. Условно же за верхнюю границу берега сети можно считать, примерно, линию перехода склона крутизной менее 10° в участок берега сети крутизной свыше 10° ; до такой границы обычно доводится пахота на склоне, что и фиксируется по резко выступающей «напаши», создающейся от однообразной вспашки полевой площади плугом.

*Следует указать, что в различных местностях нашего Союза эти образования называются по-разному. В изданной в 1897 г. книге В. Масальского «Овраги черноземной полосы России» приводится большой список – до 25 названий, которые являются синонимами понятий «овраги». Среди них фигурируют такие слова, как яр, ягура, дол, буерак, провалье, враг, барак. Почти при каждом таком названии упоминается и местность, где такой термин чаще всего применяется в народе; но весьма характерно, что тем же автором не приводится ни одной местности, где ходовым был бы термин «овраг». Необходимо здесь же упомянуть, что в таком древнем летописном источнике, как «Слово о полку Игореве» (XI век), касающемся событий, проходивших на территории Черниговщины, где гидрографическая сеть весьма густа, она именуется «ярами». Нам думается, что термин «овраг», видимо, имеет книжное происхождение, являясь изменением употребляемого в Саратовском крае слово «враг» приставкой буквы «а», что нередко делается в народном говоре (например, вместо «вторник» говорят «авторник», вместо города Мценск произносят Амценск и т. п.).

Почти все упомянутые народные термины имеют в виду отнюдь не те вредоносные объекты, которые именуются в учебниках «оврагами» и имеют вид глубоких отвесных и лишенных растительного покрова новообразований, а главным образом распространённые всюду земельные площади гидрографической сети, используемые местным населением или как луговое, или лесное угодье.

В приведенной выше таблице числовых показателей внешнего строения отдельных звеньев гидрографической сети (см. таблицу) даны примерные размеры высоты и крутизны берегов этих звеньев. Здесь же лишь укажем, что все элементы различных звеньев сети (днища и берега) в местах, не испорченных современным размывом, имеют вполне сформировавшийся почвенный покров, соответствующий (по мощности и составу) тем растительным условиям, которые имели место на этих элементах гидрографической сети. При этом на более инсолируемых (солнечных) берегах этот покров бывает меньшей мощности, а на теневых берегах – большей. При этом на солнечных берегах преобладает растительный покров сухих местообитаний, на теневых – влажных мест, а нередко (при наличии близких грунтовых вод) даже болотного типа.

Днище же сети почти всегда имеет значительно более мощный, чем на берегах, почвенный покров, в силу отложения на нем гумусовых частиц, намываемых с прилегающих пахотных склонов.

При всем этом по мере перехода от верхних звеньев сети к нижним обычно наблюдается снижение положительных качеств почвы берегов и особенно на солнечных экспозициях суходольных звеньев, где берега часто делаются совершенно бесплодными в силу почти полного сокращения покровного лессового плаща, а нередко и обнажения коренной каменистой породы. Это очень резко отражается на произрастании по таким берегам и лесной и луговой растительности. В таком же (указанном выше) направлении по сети усиливаются и процессы современной эрозии, изменяются к худшему такие хозяйственные условия, как возможность создания в нижних звеньях сети хороших искусственных водоемов (прудов) и требуются на таких участках лишние затраты: а) для борьбы с фильтрацией прудовой воды в силу близкого залегания в них коренных водопроницаемых пород, б) на борьбу с заилением, обусловливаемым более усиленным стоком и смывом, в) на пропуск весенних и ливневых вод (в силу большей величины водосбора суходола).

Из всего сказанного здесь об облике и строении гидрографической сети можно видеть, что сеть эта могла создаваться лишь в доисторический период, чему хорошим доказательством может служить наличие в дне гидрографической сети (в районах с близким залеганием поверхностных грунтовых вод) больших залежей торфа (мощностью до 2 м), в толще которых можно найти кости древних (послетре-

тичных) млекопитающих (мамонта, носорога) или обнаружить (например, в торфах центральных районов европейской территории СССР) пыльцу таких древесных пород, как граб и бук, которых ныне совершенно нет в этих местах; и уже одно это указывает на весьма древнее возникновение гидрографической сети, ничего общего не имеющей с современными «оврагами».

На рис. 6 и 7 показано, что такие новообразования, именуемые без различия и «оврагами» и «балками», являются лишь «царапинами» на поверхности берегов и днищ древней гидрографической сети. Одни из таких «царапин» – «донные» – образовались в результате размыва дна древней гидрографической сети, другие – размыва берегов той же сети (береговые размывы); при наличии же таких размывов в вершинах сети они именуются «концевыми» (или вершинными) размывами; и, наконец, когда они охватывают днища коротких боковых древних отвершков лощин, то именуются «отвершковыми» размывами.

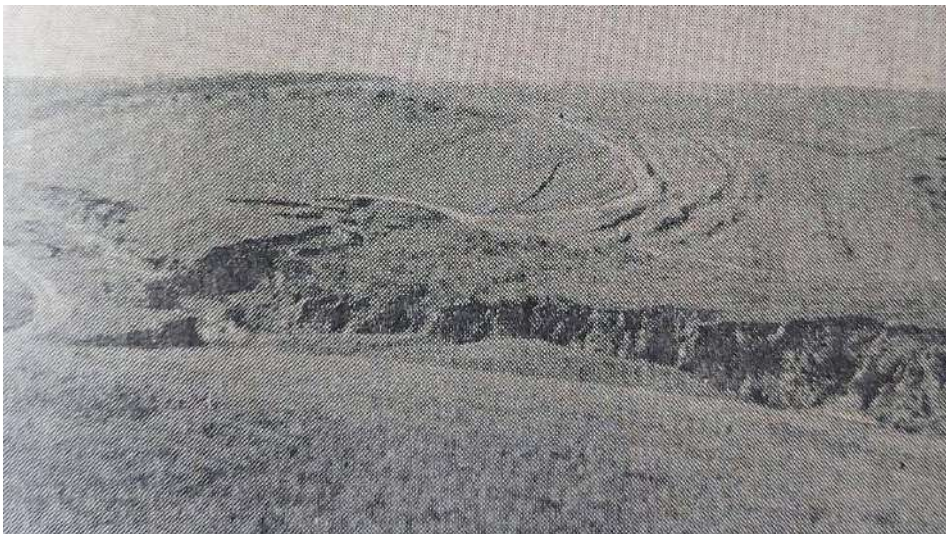


Рис. 6. Донный размыв в лощине (Чернский р-н Орловской обл.)

Все такие современные размывы характеризуются одним общим признаком – наличием в них весьма крутых, почти отвесных и в большинстве случаев обнаженных откосов, причем с резким очертанием верхней их бровки, без признаков сглаживания и объединения с прилегающим склоном, не говоря уже о какой-либо структурной их связи с покровной лессовой породой близлежащего склона. При всем этом они занимают по сравнению с гидрографической сетью весьма ограниченную площадь даже и в местностях с весьма большим их распространением; так, если площадь гидрографической сети в районах, имеющих

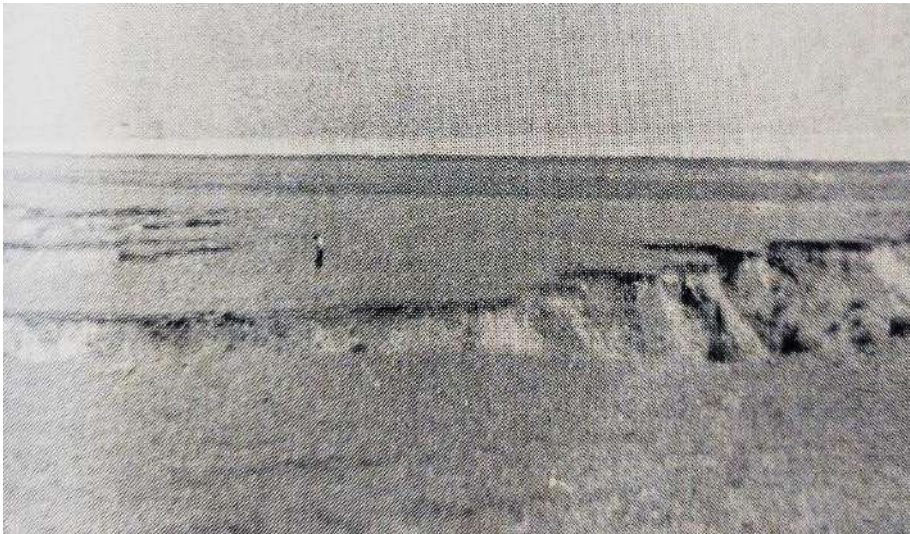


Рис. 7. Концевой (вершинный) размыв в вершине бокового гидрографического ствола по правому склону долины Волги (близ Волгограда)

коэффициент расчленения 1,5-2, охватывает примерно от 15 до 25% общей площади водосбора, то площадь современных размывов всех видов, вместе взятых, даже и в наиболее размывтых местностях не превышает 45%. При этом все такие размывы представляют обычно изолированные образования, большею частью не связанные друг с другом, даже и по днищам, где, казалось бы, можно было ожидать их сплошной связи; однако и здесь они часто прерываются и идут изолированно по дну сети. Поэтому, если мы имеем полное право древние эрозионные образования в виде различных звеньев гидрографической сети, охватывающие своими ветвями, как уже указывалось, всю территорию нашей страны, называть сетью, то применять такой же термин к современным размывам и называть их «овражной сетью» по существу недопустимо.

Процесс возникновения современных размывов в общем довольно прост и почти во всех случаях обязан слиянию мелких потоков в крупные под воздействием каких-либо искусственных углублений или преград.

На рис. 8 достаточно ясно показана схема возникновения больших эрозионно-опасных потоков из мелких струй, рассеянных под влиянием канализирующей сети искусственных границ землепользования в виде меж, рубежей, дорог, канав и т. п. Чем гуще бывает такая сеть, тем, при прочих равных условиях, интенсивнее проходит концентрация стекающей воды в большие струи, а отсюда усиление стока и смыва с распашанных полей, гумусовых частиц почвы, минеральных удобрений, вносимых в почву, высеваемых семян, порча структуры почвы, ее иссушение, понижение ее плодородия и урожайности культур. От такой кон-

центрации стока происходит, не только размыв берегов и прилегающих склонов, но и дна сети; это хорошо можно видеть из рис. 8, где показано, что даже одна неправильно размещенная межа или рубеж, дорога могут подвести воду с большой водосборной площади к участку дна сети и вызвать его размыв, а без такой концентрирующей границы вода не могла бы подходить к дну большим потоком и была бы рассеяна мелкими ручьями где-либо на других, нижележащих участках сети.

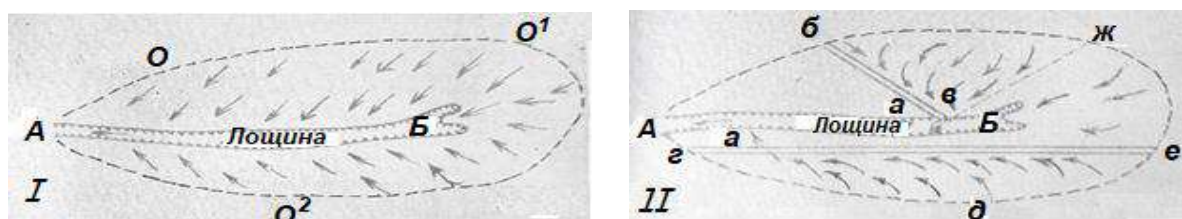


Рис. 8. Схема влияния границ землепользования на концентрацию стекающих поверхностных вод и образование берегового размыва.

I – нормальный, ненарушенный границами землепользования, сток; II – сток, нарушенный границами землепользования (*бв* и *ге*); *а* – береговые размывы, вызванные границами землепользования № AOO^1O^2 – водораздельная линия водосбора лощины в пункте А; *ббж* – водосбор, перехваченный границей *бв*; *гед* – водосбор, перехваченный границей *ге*; → стрелками показаны направления течения мелких струй воды

Современные размывы всех решительно видов являются образованиями искусственного характера, возникающими исключительно из-за нерациональной деятельности человека, нарушающей нормальные условия спокойного и равномерного поверхностного стока мероприятиями, несогласованными с законами рельефа.

Не останавливаясь здесь на перечислении отрицательных явлений, которыми сопровождается неурегулированный сток, и на описании условий возникновения, развития и ликвидации таких явлений, что нами подробно излагается в соответствующих наших работах, касающихся борьбы с эрозионным процессом*, отметим лишь, что для правильного ведения борьбы с современными эрозионными процессами большое значение будут иметь указанные выше положения, выявленные на основании изучения законов формирования рельефа и особенностей отдельных звеньев сети. Изучение процесса стока на

*См. наши работы «Основы противоэрозионной мелиорации» (1954 г.), «Борьба с эрозией», изд. Сельхозгиза (1957) и «Заиление речных водохранилищ и борьба с ним» (1959).

различных элементах рельефа дает возможность правильно наметить пути его регулирования и использования в мелиоративных целях.

Вопрос о происхождении основного элемента рельефа гидрографической сети весьма важен и с чисто научной, и с практической стороны. Он имеет большое значение для разрешения проблемы ликвидации процессов эрозии и всех связанных с нею отрицательных явлений.

Как нами выше указывалось, гидрографическую сеть в той или иной форме можно встретить повсюду – от Крайнего Севера до Крайнего Юга страны и при том, как на безлесных, так и на сплошь облесенных площадях. В особо же резко выраженной форме ее можно видеть в горных районах, где она в виде горных ущелий почти сплошь охватывает территорию этих районов.

Такое повсеместное ее распространение в виде единого водоотводящего комплекса свидетельствует о каком-то общем водном процессе, который на протяжении длительного времени формировал повсеместное расчленение земельной территории гидрографической сетью.

Нами было также указано, что в пределах центральной европейской части Союза почти вся ее гидрографическая сеть имеет своими основными базисами стока существующие на этой территории больше водоемы Северного Ледовитого океана, Белого, Балтийского, Черного, Азовского и Каспийского морей (см. рис. 2).

От этих основных базисов стока и должно было начаться развитие ветвящихся водоотводящих стволов гидрографической сети. Эти стволы по мере продвижения к верхним участкам водосборной площади, все более и более разветвлялись, пока концевые ветви не соприкоснулись концевыми ветвями соседних стволов, продвигавшихся вверх от других базисов стока; тогда рост их должен был неминуемо прекратиться в силу того, что водная масса, подтекавшая к ним, доходила до таких малых размеров, что не могла уже вызывать дальнейший рост концевых ветвей, и тем самым окончательно определились площади водосбора водораздельная линия между соседними стволами.

Общая характеристика водоотводящей гидрографической сети, ее внешних контуров, как и характеристика ее верхних звеньев (ложбин, лощин и суходолов), была уже сделана выше (см. рис. 3); нам следует дополнить лишь несколько подробностей относительно контуров наиболее выраженного долинного звена, которое обычно встречается в двух типах, из коих первый бывает представлен чередующимися участками крутого и пологого берега со сравнительно узкой поймой (не свы-

ше 300-400 м), но с крутизной обычно свыше 0,0002, и с извитым руслом, примыкающим к крутому берегу; долина же второго типа имеет (в противоположность первой) асимметричные берега почти на всем своем протяжении, причем более крутым и более высоким бывает обычно лишь один (большею частью правый) берег; противоположный же берег бывает пологим, а дно долины (именуемое обычно поймой) имеет меньший, чем в первом типе, продольный уклон (менее 0,002) на обычно большую ширину (до 1 км и более), с извитым по ней руслом. Изменение долинного звена в продольном направлении большею частью проходит в сторону увеличения общей ширины поймы при сравнительно большей устойчивости других внешних показателей долины.

Следует отметить, что обычно на практике, да и в научных работах, термин «долина» обычно отождествляется с термином «речная долина». Такое объединение геоморфологического понятия «долины» (как определенного звена общей гидрографической сети) с водным потоком, текущим по этой долине, нельзя, конечно, считать правильным в силу того, что появление постоянного водного потока в гидрографической сети бывает обязано гидрогеологическим условиям того или иного участка, водосбора гидрографической сети (точнее наличию грунтовых вод выходящих на поверхность сети и образующих водный поток), а такое выклинивание вод может иметь место решительно в каждом звене гидрографической сети, начиная от ее верхнего звена – лощины. И наоборот, водный поток может совершенно отсутствовать даже в наиболее низком, долинном звене, когда в водосборе его нет условий для накопления и выхода грунтовых вод на поверхность; это нередко можно наблюдать в засушливых районах*. Повторяем, что «долина» есть понятие геоморфологическое (как и понятие лощина, лог, суходол), являющееся одним из звеньев гидрографической сети.

Переходя теперь непосредственно к изложению вопроса о происхождении гидрографической сети, следует прежде всего остановиться на описании общих ее размеров. Как уже сказано, к каждому элементу гидрографической сети, к какому бы звену он ни относился (будь то даже короткий и небольшой концевой или боковой отвершек сети) – обязательно наблюдается склон окружающей поверхности от самой водораздельной линии; если же обратить внимание на строение плаща покровной (лессовой) породы, то обычно можно заметить (по иску-

*Примером этому может быть сухая долина Кара-Кумов, по пойме и руслу которой проводится ныне Кара-Кумский канал и многие «сухие» долины Средней Азии.

ственным или естественным обнажениям поперечного профиля склона) наличие наклона покровной породы к оси данного участка сети, причем во многих случаях по склонам теневой экспозиции замечается, кроме того, и увеличение мощности этой породы в том же направлении", что указывает на присутствие глубокой выемки около сети.

Отсюда следует, что в формировании гидрографической сети участвовали грандиозные процессы размыва, которые были способны охватывать на большую глубину и ширину всю территорию, расчленив ее на сеть широкими углублениями со склонами, падающими непрерывно от высоких (водораздельных) участков к первичным осям этих углублений (см. рис. 4). Такое расчленение территории, судя по распространению сети, шло повсеместно, какого бы состава и строения ни были коренные породы, слагавшие данный склон.

Если учесть, что в пределах гидрографической сети коренные породы очень часто представлены мощной толщей каменистых пород (вроде кварцита, гранита и плотных известняков), и что такие твердые породы все же прорезаны как в пределах гидрографической сети, так и на ее склонах, что в этих породах образовались каменистые круглые берега, высотой до 80 м и более, – то можно будет себе представить, какая нужна была колоссальная размывающая работа воды, чтобы она могла так расчленивать земную поверхность!

Отсюда прежде всего следует сделать такие выводы:

1) процесс формирования гидрографической сети и склонов имел место в какой-то предшествующий период, и этот процесс несравним с каким-либо даже самым интенсивным современным размывом, проявляющимся притом лишь в виде изолированных размывов в берегах и днищах уже существующей гидрографической сети;

2) процесс формирования сети и склонов проходил в условиях обнаженной поверхности коренных пород и при отсутствии на ней растительного (лесного или травяного) покрова, наличие которого могло бы препятствовать не только размыву, но даже смыву поверхности, что можно даже ныне наблюдать в горных территориях, сплошь покрытых густой растительностью

*Ничего подобного мы не видим около современных размывов, именуемых «оврагом».

**Такая же картина, но в еще более потрясающем виде наблюдается в горах, где гидрографическая сеть расчленивает сплошь всю горную территорию, сложенную из мощных массивов твердокаменных пород.

***Современные наблюдения над процессом стока весенних вод показывают, что в облесенных лощинах со сплошь облесенным водосбором не бывает не только смыва и размыва, но даже часто отсутствует и поверхностный сток. Он заменен в таких случаях стоком грунтовых вод (в эрозионных процессах, не играющих сколько-нибудь заметной роли). В горных же районах, в облесенных ущельях никогда не бывает больших размывов.

Возникает в связи с этим вопрос: при каких же условиях мог проходить такой грандиозный процесс размыва, имея в виду, что при наличии растительности он не мог бы совершаться?

В данном случае приходится предположить, что такой процесс мог проходить лишь под влиянием стока больших масс талых вод от тех снежных (а может быть и ледниковых) скоплений, которыми должна была быть окутана в тот период вся рассматриваемая территория; а это могло иметь место лишь в какой-то из периодов ледниковой эпохи.

Не останавливаясь подробно на других деталях этого эрозионного процесса, создававшего глубокие первичные расчленения в толще коренных пород, равно как и на большем уточнении периода возникновения такого древнего (послетретичного) эрозионного процесса (о чем будет сказано ниже), рассмотрим, что в дальнейшем должно было происходить на данной территории после окончания процесса расчленения коренной толщи пород.

Как можно было видеть из приведенного выше рис. 3, в строении гидрографической сети и склонов, кроме коренных пород, почти постоянно участвует покровная порода – порода совершенно иного механического состава и совершенно иного структурного облика по сравнению с коренной. На рис. 3 показаны разрезы покровной породы в гидрографической сети. На них мы видим, что, прикрываясь сверху почвой, покровная порода в основании своем, на стыке с подстилающей коренной, включает нередко слой (обычно небольшой) щебня из той твердой породы, которая залегает в толще основной породы, слагающей склоны в пределах водосбора данного пункта. Во многих местах щебенистый слой встречается не только по осевой части днища, но и под покровной породой, залегающей на примыкающем к сети склоне. В большинстве случаев щебенистый слой представляет часть обломочного материала местных коренных пород, снесенных в гидрографическую сеть в процессе первичного размыва коренных пород склона*. Он залегает или непосредственно на коренной породе или иногда включает промежуточный погребенный гумусовый слой, указывая этим, что между концом отложения щебенистого слоя и началом отложения покровной породы существовал какой-то период, когда совершенно прекратился процесс формирования водоотводящей сети и склонов и на поверхности

* В местах залегания в толще пород склона ледниковых «моренных» отложений северо-скандинавского ледника (см. ниже) в составе щебенистого «подпокровного» слоя могут встречаться и ледниковые валуны и твердые включения «моренной» глины.

стала произрастать растительность, от долговременного пребывания которой на щебенистом слое (и на коренной породе) сохранился почвенный покров, который затем был погребен покровной породой.

Основная толща покровной породы, как мы уже упоминали, по механическому составу является довольно однообразной мелкоземистой (лёссовидной); она бывает со слабовозметной слоистостью, совершенно непохожей на ту, какую можно ясно видеть в отложениях, возникших под воздействием более быстро текущих водных потоков. Такой характер покровной породы сохраняется почти по всей ее толще, достигающей в рассматриваемой нами степной и лесостепной полосе европейской части СССР до 35-40 м; обычно же толща ее бывает меньшей величины, сходя часто к нулю на водораздельных пунктах и увеличиваясь к основанию склона. По своей внешней окраске она основном бывает буро-желтого или красно-желтого цвета, а ее слои отличаются окраской различной интенсивности, сохраняя всюду согласованное залегание.

Во многих местах эта покровная порода разделяется на две резко отличающихся по окраске части, имея и различие по механическому составу: нижняя часть толщи (непосредственно или через промежуточную погребенную почву), налегающая на коренную породу, бывает резко окрашена в красноватый или малиново-красный цвет (слоем толщиной 5-6 м, иногда и более) и обладает более песчаным характером (часто с известняковой примесью); верхняя часть покровной породы, значительно большей мощности и более широко распространенная, отличается желтоватым цветом, резко этим отделяясь от нижележащего красноватого слоя в своем же общем составе обычно отражая химический состав коренной породы (о чем уже было упомянуто).

Особенно характерным для этих двух слоев покровной породы является несогласное их залегание (верхней желтоватой толщи над нижней красноватой), что указывает на разновременное (в геологическом смысле) их отложение (рис. 9). Если к этому добавить, что на стыке этих двух слоев иногда можно видеть признаки, размывости верхней поверхности красной покровной породы, а нередко даже и наличие между этими толщами погребенной почвы, то отсюда можно сделать заключение, что верхняя (желтая) покровная порода могла отложиться лишь через значительно продолжительный промежуток времени, и притом при различных климатических условиях, вызвавших и различный ход процессов выветривания, за счет которых

создавался различный субстрат покровной породы (красноватость, песчаность и известковистость нижней толщи и желтоватость и глинистость верхней).

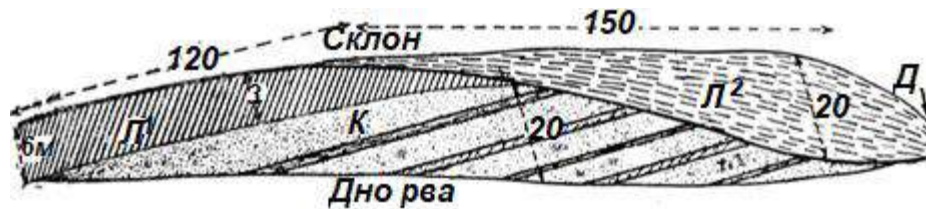


Рис. 9. Несогласное залегание покровных пород первого и второго циклов послетретичной эрозии (обнажены в суходоле Кипучий близ станции Клетской Волгоградской обл.). Л¹ – покровная порода первого цикла эрозии (красно-бурая лёссовидная, песчано-глинистая порода с «журавчиками»); Л² – покровная порода второго цикла эрозии (темно-желтый лёссовидный суглинок); К – коренная порода (третичные глинистые пески); Д – дно гидрографической сети

Говоря в целом о составе покровной породы, следует добавить, что при отсутствии в ее толще каких-либо резких следов размыва – за исключением лишь участков в пунктах стыка верхней (желтой) и нижней (красноватой) частях толщи – в обнажениях и той, и другой встречаются (больше и чаще в верхней) следы гумусированных слоев погребенных почв (в верхней толще до 2-3 м). Наличие их указывает на то, что в противоположность периоду грандиозных эрозионных разрушений, завершившему формирование гидрографической сети и склонов – период отложения покровной породы отличался весьма спокойным процессом «намыва» поверхностного грунта, проходившим иногда с некоторыми перерывами, доказательством чего и служит наличие в толщах покровной породы погребенных гумусированных слоев, создававшихся при наличии растительного покрова, прекращавшего процесс формирования покровной породы. И если в отношении основной причины возникновения и развития процесса грандиозного размыва коренной породы не может быть сомнения, что в нем участвовал водный феномен (сток талых вод от больших массивов снежных, а может быть частично и ледниковых скоплений), то нельзя, того же сказать по отношению образования покровной лёссовидной (лессовой) породы. Генезис последней пока еще не вполне разгадан, но все же в отношении ее можно выдвинуть довольно реальные предположения на основании много-

численных разрезов этой породы, обследованной нами в различных районах европейской части СССР.

1. Однообразная зависимость мощности отложения покровной породы от глубины и типа звена гидрографической сети, от экспозиции и элемента берега сети и прилегающего склона, равно как и зависимость этой же мощности от физико-химического состава подстилающего ее коренного грунта, является свидетельством местного ее образования, а не следствием приноса ее элементов с каких-то отдаленных территорий (как это выдвигается эоловой теорией происхождения лесса).

2. Отсутствием в толще покровной породы ясно выраженной слоистости (с резкой сменой различного размера частиц), равно как и отсутствие в ней следов глубоких и мелких размывов говорит о том, что при ее создании отсутствовали процессы, связанные с деятельностью быстро стекающих вод; на это же указывает и наличие отложения этой породы по дну* гидрографической сети не только в верхних ее звеньях, но даже в наиболее низком звене, суходольном.

3. Совершенно спокойное налегание покровной породы на погребенные гумусированные горизонты почв, а это указывает на тот факт, что возникновение погребенных слоев в толще покровной породы являлось следствием лишь краткого перерыва в отложении покровной породы и что резкая смена красного лёсса желтым и несогласное их залегание могут служить признаками наступления более длительного периода, с резкой сменой климатических условий.

Все это, вместе взятое, дает возможность сделать вывод, что развитие покровных (лессовых, лессовидных) пород происходило в холодный период за счет слабого переноса выветрившихся частиц коренного грунта с верхних участков сети к нижним, вплоть до дна сети, созданной в предшествующий период, причем перенос этот проходил не столько путем смыва (при котором должны были бы участвовать водные струи, способные путем их соединения вызвать усиленный размыв, чего не наблюдается), сколько путем «сплыва» (или, как иногда называют такой процесс, путем «солифлюкции»). Подобный процесс можно наблюдать и ныне – передвижение по склону грязевой массы оттаявшего с поверхности мерзлого грунта, возможно, что этот процесс мог в некоторых случаях дополняться слабым смывом, от мелких струй воды, выжимавшейся из грунта при его размерзании. Весьма допустимо, что

* По дну сети должна была бы проходить наиболее интенсивная работа стекающих вод.

материалом для грязевой массы могли служить и продукты переноса ветром (постоянного направления) мельчайших частиц выветрившегося грунта с верхних участков склона в нижние, или же с соседнего склона (через водораздел), что и ныне наблюдается при снежных «верхних» метелях постоянного направления (ЮВ, Ю и В)^{*}, например, в лесостепной зоне, где отложения снега по склонам и берегам сети удивительно сходны с распределением по тем же склонам отложений покровной лесовой породы.

Рассмотрим теперь, к какому же геологическому периоду должно быть отнесено расчленение рассматриваемых территорий гидрографической сетью и формирование склонов. Некоторые ученые полагали, что такое формирование началось с весьма давних геологических периодов, чуть ли не с мелового периода; и особенно часто к этому времени относили формирование речных долин. Но приняв такое утверждение, следовало бы в таком случае предположить, что и все осадочные (главным образом, морские) отложения последующих периодов должны были бы отразить существование таких ранее созданных долинных углублений, в виде соответствующего наклона к ним позднейших слоев. На самом же деле ничего подобного в описываемой нами местности не встречается, и этому доказательством могут служить прежде всего материалы глубоких бурений, проведенных на обширной территории западной и центральной части степной и лесостепной зоны^{**} (при изучении распространения Курской магнитной аномалии). Из этих материалов, установивших более или менее точно стратиграфию всех осадочных пород, включительно до верхнетретичных, видно, что наклон слоев на всем исследованном протяжении, пересекавшем значительное число речных долин, не имеет никакой связи с наличием этих долин. Да это не может вязаться и с точно установленным нами положением о зависимости развития долинного звена – гидрографической сети от всей системы гидрографических стволов (больших и малых), относившихся к водосбору этого звена; если бы существовал наклон геологических слоев к какой-либо ранее созданной долинной впадине, то такого же рода наклоны должны были бы существовать и по отношению к большинству других вышележащих звеньев сети, связанных с той же долинной впадиной, и не

^{*} См. работу А. С. Козменко и А. Д. Ивановского «Режим снежного покрова в центральной лесостепи». Журнал «Гидротехника и мелиорация», № 12, 1952.

^{**} См. работу Щеголева «Проблемы советской геологии», № 10, (1934).

будь у нее такой сети на водосбор, не было бы и самой речной долины. И так как аналогичного отражения падения геологических пластов, включительно до слоев третичной системы, не наблюдается, то можно сделать определенное заключение, что развитие существующей гидрографической сети и связанных с нею склонов могло начаться только после окончания третичного периода.

Встает тогда вопрос, к какому же периоду послетретичной эпохи должно быть отнесено формирование такой сети? С первого взгляда, казалось бы, возможным приурочить развитие этой сети к периоду отступления северо-скандинавского ледника, покрывавшего, как известно, большую территорию европейской части нашего Союза – тающие его воды могли бы вызвать размывающую деятельность. Однако такое предположение не может быть принято – скандинавский ледник, как известно, охватывал нашу территорию не сплошь, а лишь частично, двумя большими языками, спускавшимися к югу, оставляя значительную часть территории, свободной от ледника; между тем, гидрографическая сеть существует и на территории, находившейся под ледником, и на территории, где ледниковых масс не было, и на той и другой территории сеть ничем особенно не отличается*.

Неучастие вод северо-скандинавского ледника в возникновении и развитии гидрографической сети подтверждается и нашими наблюдениями, проведенными в Московской обл. на искусственных разрезах моренных отложений в береговых размывах суходольного звена гидрографической сети.

На этих разрезах отчетливо можно было видеть полное несоответствие падения песчано-глинистых ледниковых слоев с наклоном покровного лессовидного плаща, прикрывающего этот берег. Покровные породы здесь имеют обычное падение к оси суходола, тогда как слой ледниковых песков имеет противоположный уклон, не связанный с осью суходола; это показывает, что гидрографическая сеть рассекла ледниковые слои, отложившиеся ранее в каком-то бывшем в этом месте углублении; иначе говоря, гидрографическая сеть начала свое развитие лишь после отступления скандинавского ледника отложившего эти пески, к северу.

Что касается начального периода отложения покровной породы завершавшей эрозионную стадию первого цикла послетретичной эро-

*Это подтвердилось и нашими исследованиями контуров гидрографической сети в районах южной границы распространения северных ледниковых валунов в местах соприкосновения ее с территорией, не находившейся под ледником (см. рис. 10).

зии, то ее создание могло начаться лишь после полного прекращения формирования гидрографической сети и прилегающих к ней склонов.

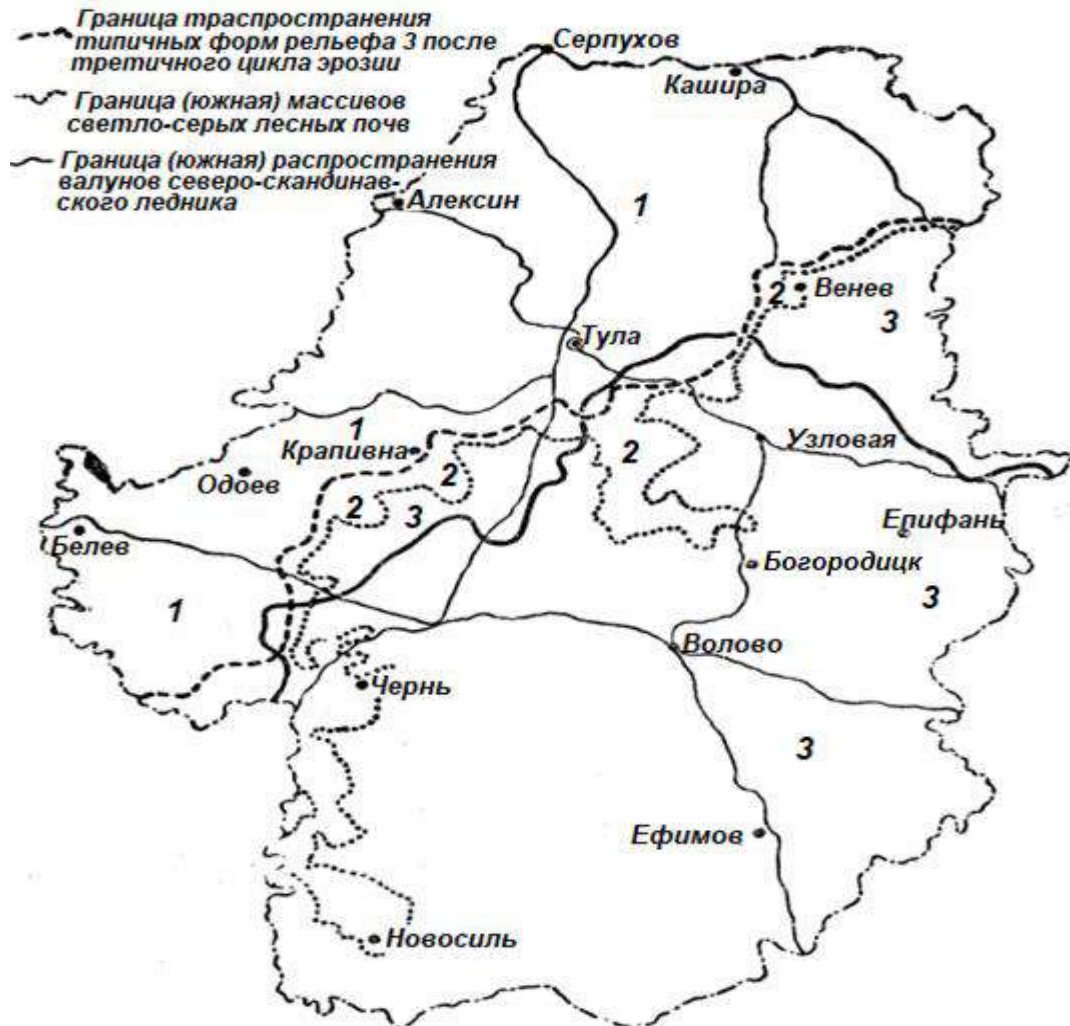


Рис. 10. Карта распространения типичных форм рельефа третьего послетретичного цикла эрозии, светло-серых, лесных земель, валунов северо-скандинавского ледника по районам бывшей Тульской губернии (составленная А. С. Козменко): 1 – территория сплошного распространения форм рельефа 3-го послетретичного цикла эрозии; 2 – территория спорадического распространения форм рельефа 3-го послетретичного цикла эрозии; 3 – территория распространения рельефа 2-го послетретичного цикла эрозии (район преобладания деградированных выщелоченных черноземов); линия сплошная – южная граница распространения валунов северо-скандинавского ледника; линия прерывистая – южная граница распространения типичных форм рельефа 3-го цикла эрозии; линия пунктирная – южная граница массивов светло-серых лесных почв

Это ясно доказывается повсеместным залеганием (по пологим склонам) этой покровной породы на поверхности коренной, вплоть до днища всех звеньев гидрографической сети и, что особенно важно вплоть до днища больших речных долин европейской территории, как это можно наблюдать, например, по Днепру (от Днепропетровска до Запорожья), по Дону (от Лисок до Ростова), по Волге (от Камышина до Волгограда), не говоря уже о более верхних звеньях сети этих долин. Таким образом, отложение покровной породы могло начаться лишь после окончательной установки уровня дна гидрографической сети, что могло иметь место лишь после полного завершения выработки первичной гидрографической сети в коренной породе на всем вышележащем водосборе. Доказательством этого положения могут служить следующие признаки:

1) наличие резко выраженной границы залегания покровной породы на коренную, во многих местах включающей погребенную почву, – показатель большого перерыва времени между концом завершения размыва коренной и началом отложения покровной породы;

2) отсутствие в толще покровной породы каких-либо больших частых прослоек крупнозернистого и щебенистого материала – показателя того, что в период образования покровной породы не было интенсивных процессов эрозии;

3) характерный состав самой покровной породы, представляющей однообразную мелкоземистую толщу, суглинистого грунта – показатель отсутствия условий, способствующих усиленному стоку вод.

С окончанием отложения нижней толщи покровной красноватой породы («красного» лёсса) завершился первый цикл послетретичной эрозии, создавшей основной контур послетретичного рельефа. Судя по отсутствию сколько-нибудь глубоких размывов поверхности в этом красном лессе, следующий (второй) эрозионный цикл послетретичной эрозии не обнаруживал сколько-нибудь сильных признаков эрозионных разрушений, столь свойственных первому циклу; он проявился главным образом в отложении мощной толщи покровной породы желтого цвета («желтого» лесса), охватившем однако почти всю земельную территорию описываемого района, и во многих местах достигавшем весьма значительной мощности (до 30-40 и даже более метров), прерываемой на некоторых участках двумя-тремя слоями погребенной почвы. С окончанием отложения этой желтой толщи («желтого» лесса) эпоха больших преобразований рельефа заверши-

лась, и основной контур рельефа территории, созданной к этому времени на европейской части СССР, оставался долгое время без изменений. И только после довольно продолжительного эрозионного затишья снова возникла деятельность поверхностных вод (третий цикл послетретичной эрозии), но уже значительно более короткая и меньше силы, чем первый эрозионный период; причем развитие этого 3-го цикла послетретичной эрозии имело место не по всей поверхности рассматриваемой территории, а только лишь на некоторых ее участках и притом преимущественно в пределах гидрографической сети, частично лишь касаясь прилегающих склонов. Остальная, большая часть водосборной площади оставалась тогда почти не затронутой этим эрозионным процессом.

Результатом третьего процесса послетретичной эрозии было главным образом развитие донного размыва по гидрографической сети, сформированной в первый период послетретичной эрозии. В меньшем размере происходили тогда размыв берегов и прилегающего склона и смыв с присетевых частей склона, с образованием на них различной глубины и длины ложбин. Этот третий цикл эрозии главным образом был распространен в северных районах европейской части СССР и на более крутых (большей частью приречных) районах лесостепной и степной зон европейской части СССР.

Эрозионные образования третьего цикла послетретичной эрозии, возникшие в пределах гидрографической сети, характеризуются всюду резкими очертаниями своих откосов (рис. 11). Крутые откосы этих древних образований, сложенные из покровной лессовидной породы (что является характерным их грунтовым показателем), имеют полноразвитую почву и зарощены (в местах, не тронутых человеком) густым растительным покровом, местами даже вековыми дубами, растущими по весьма крутым откосам, что служит особенно ярким доказательством их древнего происхождения*.

По общему своему виду** они схожи с аналогичными современными размывами, однако в силу резкого отличия их генезиса произ-

*Характерным примером в этом отношении могут служить вековые дубы, хорошо сохранившиеся по глубокому древнему донному размыву (3-го цикла эрозии) в так называемой «Чапурниковской балке» в южной части Волгограда, а также некоторые участки территории Волгоградской АГЛОС с сохранившимися по гидрографической сети и древне-склоновым рвам дубовыми насаждениями по сети.

**Подобные описания этих эрозионных образований приведены в нашей работе в 1954 г. «Основы противозерозионной мелиорации» и за недостатком места этой статьей не приводятся.



Рис. 11. Заросшие лесной растительностью частые «боковые» древние размывы в крутом откосе глубокой лоцины третьего цикла эрозии по правобережью Волги (вблизи с. Балыклей)

водственная значимость тех и других бывает весьма различна. Имея в виду, что эрозионные образования третьего цикла были вызваны деятельностью вод послетретичного периода, проходивший в своеобразных климатических условиях поверхностного стока, они в сущности являются лишь частью древнего послетретичного рельефа, охватывающего большие водосборы, и потому не могут служить объектом для каких-либо резких искусственных изменений. Современные же эрозионные образования, хотя и схожие с древними, но являющиеся результатом нерациональной деятельности человека на фоне ограниченного водосбора вполне могут быть объектом для мелиоративного на них воздействия. Своеобразный характер возникновения современных процессов эрозии в пределах древних эрозионных образований 3-го цикла можно видеть на примере развития современного донного размыва, показанного на рис. 12, из которого видно, что современный эрозионный процесс в пределах древних (давно загложших) донных эрозионных образований проходит главным образом в виде подмыва крутых (почти отвесных) откосов древнего донного размыва 3-го цикла. Непосредственный же размыв древнего днища бывает или весьма слабым, или совершенно отсутствует, что объясняется переуглублением этого дна стекавшими по нему водами послетретичной эпохи; и так как эти послетретичные воды были более значительной силы и массы^{*}, то современные воды при создавшейся пологости дна могут ныне направлять свою энергию лишь на боковой подмыв откосов древнего донного русла. Отсюда следует вывод, что главное вни-

^{*} На что указывает значительно больший размер эрозионных образований 3-го цикла.

мание практика-эрозионника при ликвидации такого эрозионного явления должно быть направлено не столько на ликвидацию размыва дна, сколько на ликвидацию подмылов откосов.

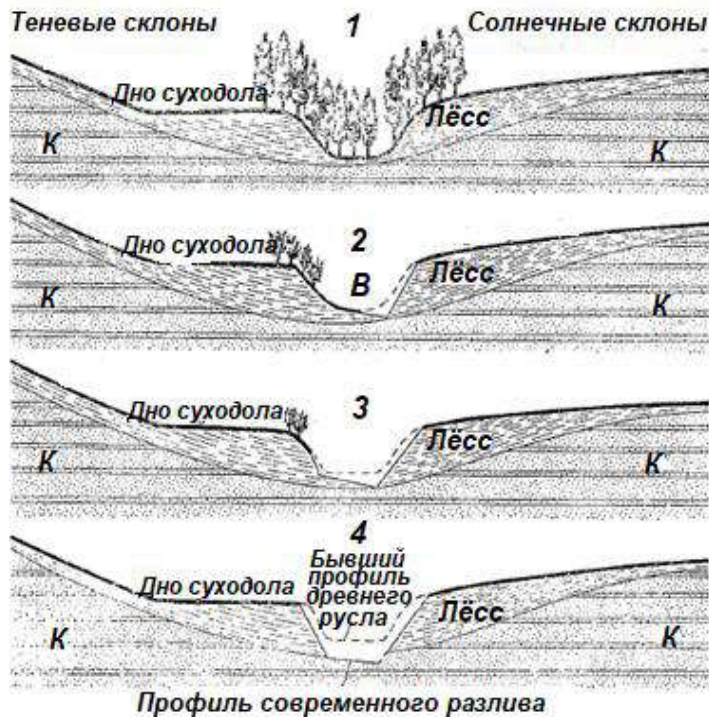


Рис. 12. Схема развития эрозионного размыва в пределах древнего донного размыва третьего цикла послетретичной эрозии:

1 – древний сплосшь облесенный и задернованный донный размыв, не тронутый современным размывом; 2, 3 – постепенное уничтожение современным размывом и подмывом задернованных и облесенных откосов и дна древнего размыва; 4 – полное уничтожение современным размывом задернованных откосов и дна древнего донного размыва

Наличие в районах широкого распространения 3-го цикла эрозии резко выраженных форм древнего размыва в виде глубоких древних донных размывов и углубленных древних ложбин на прилегающих склонах*, ставит ныне перед земельными работниками таких районов (землеустроителями, лесомелиораторами и агрономами) труднейшую мелиоративную задачу, требуя весьма сложной работы в части размещения полевых угодий, выбора рациональных приемов обработки почв и регулирования поверхностного стока на склонах, рассеченных частыми ложбинами; в пределах гидрографической сети рассечение ее дна глубоким древним донным (с крутыми откосами) руслом, изолирующим один берег сети от другого, сильно затрудняет условия транспорта. Для лесомелиоратора наличие глубокой и частой склоновой ложбинности весьма затрудняет размещение на склонах лесных полос, усложняя технику их выращивания. В силу всего этого выявление наличия в та-

*Классическим местом распространения подобного рода древних эрозионных образований 3-го цикла послетретичной эрозии может служить почти вся прибрежная полоса правого берега Волги от Камышина до Волгограда (особенно же вблизи последнего).

ком районе эрозионных образований 3-го цикла эрозии является весьма важным делом для земельных работников района*.

Немаловажное значение этот же вопрос имеет и для почвоведов ибо охват процессом смыва 3-го цикла эрозии многих прибрежных территорий обусловил различные изменения облика ранее созданного здесь (после окончания первого и второго циклов эрозии) почвенного покрова; последний, в зависимости от интенсивности развития смыва 3-го цикла эрозии, в одних случаях лишь частично оказался подвергшимся смыву, в других – полностью уничтоженным и замененным современным почвенным покровом (после полного окончания эрозионного процесса 3-го цикла); в третьих – остался совершенно не затронутым смывом 3-го цикла, благодаря чему почва, сформировавшаяся после первых двух эрозионных циклов, могла полностью сохраниться, став таким образом типично реликтовой почвой. Все это вместе почвовед должен, конечно, учитывать при определении типа почв по морфологическим и химическим показателям.

На этом мы заканчиваем описание генезиса основных элементов рельефа (гидрографической сети и склонов), являющихся плацдармом всех практических сельскохозяйственных мероприятий, проводимых на земельной территории. Нам остается лишь сказать о том, какие природные феномены могли иметь место в те периоды, когда проходили различные послетретичные циклы эрозии, сопровождавшиеся в одних случаях грандиозными эрозионными разрушениями, в других, наоборот, весьма спокойными отложениями покровных пород. Проблема эта весьма сложна, и мы не имеем в виду здесь ее подробно излагать, считая это делом палеоклиматологов, метеорологов и географов.

Нашей задачей является лишь высказать свои соображения в этом вопросе, исходя из исследовательских работ, проводившихся нами в период эрозионных обследований во многих районах европейской части СССР (частично и в горных территориях Средней Азии, Кавказа и Крыма). Эти обследования дали нам довольно большой фактический материал, который может служить известным основанием для соответствующих выводов по этому вопросу.

* Подробно о способах выявления эрозионных образований 3-го цикла и технике их облесения см. наши работы «Борьба с эрозией почв», изд. 1957 г и «основы протво-эрозионной мелиорации», 1954 г.

Природные условия в различные периоды послетретичной эрозии

Выше мы уже указали, что процесс формирования гидрографической сети мог проходить лишь после отступления северного финляндского ледника, когда от него освободилась рассматриваемая территория. Скандинавский ледник не мог играть ведущей роли в процессе возникновения, грандиозного расчленения всей европейской территории СССР и создания на ней сплошной гидрографической сети и падающих к ней склонов. Для такого процесса необходимо было наличие какого-то иного водного феномена, распространенного повсюду на данной территории, и притом громадной мощности, способной выработать путем размыва не только рыхлых, но и твердых каменных пород глубокие и широкие выемки, охватившие, как было ранее показано, площади, простирающиеся на ширину более 1000 м, глубиной до 100 м. Около речных долин в их берегах произведены громадные размывы в твердых известняках и кварцитах типа горных ущелий. Феномен этот несомненно был водного характера; или же снежные фирновые массы быстро оттаивая, давали мощный водный поток, способный производить интенсивные разрушения*. Феномен этот был очевидно постоянно действующим, не прекращавшим свою размывающую работу на большом промежутке времени, ибо при перерыве его таяния поверхность, размываемая им, могла бы покрыться растительностью, которая оставила бы след своего пребывания в толще коренных пород в виде каких-либо гумусированных прослоек, чего, однако, в таких породах нигде не наблюдаем.

Фактически следами такого мощного феномена являются главным образом созданные им глубокие формы рельефа, частично также и наносы обломочного материала по дну гидрографической сети и склонам, сохранившиеся под слоем покровной породы.

После окончания этого грандиозного и повсеместного эрозионного процесса и наступившего затем некоторого эрозионного затишья (в течение которого развивалась растительность и создавалась почва) наступил 2-й цикл послетретичной эрозии в виде короткой эрозионной вспышки, сменившейся отложением покровной породы, проходившим с двумя-тремя кратковременными остановками и оставившим свои следы в виде небольших слоев погребенных почв.

* Обычный ледник вряд ли мог выполнить такое назначение.

Период отложения покровной породы отличался от предшествующего периода глубоких эрозионных разрушений совершенно иными климатическими условиями; в этом холодном периоде, при обнаженной поверхности и отсутствии водных потоков, совершенно не было эрозионных разрушений и шел лишь медленный наплыв (солифлюкация) мелких выветрившихся частиц коренной породы. Весьма возможно, как уже сказано, солифлюкация дополнялась сдуванием этих частиц (дефляцией) с обнаженных склонов под влиянием ветров, дувших, видимо в определенном (господствующем) направлении (возможно с Ю, ЮВ и В).

В период отложения покровной породы не могло быть выпадения больших осадков (особенно жидких), ибо тогда могли бы образоваться большие потоки и развиваться эрозия, а следов ее мы в покровной породе не наблюдаем; тогда шло, наоборот, спокойное отложение покровного плаща даже по днищу гидрографической сети, где, казалось бы, отложившийся плащ покровной породы должен был подвергнуться (при наличии жидких осадков) большим размывам.

Как видим, условием образования таких отложений покровной породы был климат холодный и почти сухой, ибо, если бы он был теплым, он мог быть тогда и влажным, а это вызвало бы появление растительности, прекращение процесса напыла и остановку в отложении покровной породы; и если такие изменения временами и наблюдались в этот период, то почти всегда от такого изменения климата оставались следы в виде небольших слоев погребенных почв.

После окончания отложения покровной породы наступил продолжительный более теплый и влажный межэрозионный период (между вторым и третьим циклом послетретичной эрозии), изученный геоботаниками по весьма широкому распространению в этот период тепло-влажной флоры в гидрографической сети, в которой больше всего найдено остатков послетретичных животных. Такой межэрозионный период продолжался до наступления третьего (последнего) послетретичного цикла эрозии, поверхностное воздействие которого было далеко не повсеместным (наиболее характерные районы ее распространения указывались выше). Условия развития этого третьего цикла эрозии были весьма отличны от условий первого, наиболее резко выраженного и весьма интенсивного эрозионного цикла. Процессы третьего цикла были значительно ослабленными и притом сосредоточенными лишь в пределах ранее выработанной гидрографической сети и по прилегающем к ней участком склона.

Как мы уже указывали, энергия третьего цикла проявилась лишь в образовании глубоких размывов по дну и берегам бывшей сети, в развитии смыва, появлении глубоких и мелких ложбин на прилегающих склонах. Каких-либо покровных отложений (типа отложений красного и желтого лесса) в тот период почти не было, за исключением лишь небольших отложений по днищам суходольных звеньев сети – наноса – покровной породы и почвы, снесенных с вершины сети, где тогда имело место концевое ее расчленение.

Однако следует заметить, что и третья послетретичная эрозия проходила в условиях обнаженных от растительности водосборов, так как при наличии растительного покрова сколько-нибудь большого размыва, а тем более смыва, не могло, конечно, быть. Поэтому можно сказать, что и в период третьего цикла было накопление большого количества снежных осадков^{*}, таяние которых и могло вызвать развитие вышеописанных эрозионных образований.

С окончанием третьего цикла (с которым, видимо, было связано и расселение человека) закончились все вспышки послетретичной эрозии, и наступила эпоха, отражающая уже современные климатические условия описываемой территории европейской части СССР.

^{*}Здесь не могли быть большие ливневые осадки, так как с ними связывалось бы наличие теплого периода, а следовательно, и развитие растительности, которая прекратила бы эрозионный процесс.

А. С. КОЗМЕНКО

**БОРЬБА С ЭРОЗИЕЙ ПОЧВЫ
НА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УГОДЬЯХ**

**ИЗДАТЕЛЬСТВО
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ,
ЖУРНАЛОВ И ПЛАКАТОВ
Москва – 1963**

631.4:551.311.2

К 59

ОТ ИЗДАТЕЛЬСТВА

Настоящая книга посвящена вопросам водной эрозии почв и мерам борьбы с ней. В отличие от установившегося среди научных работников взгляда на эрозию почв, как на процесс, происходящий под действием воды, ветра и других факторов, автор настоящей книги относит к эрозии только процессы смыва и размыва почв под действием поверхностных вод. Процесс развевания почв, происходящий под действием ветра (дефляции), автор не включает в понятие эрозии, считает его самостоятельным, ничего общего не имеющим по своему происхождению с водной эрозией.

В книге дается описание гидрографической сети, ее внешнего и внутреннего строения, показана история ее возникновения. Рассматриваются вопросы выделения смытых земель, обработки почвы на склонах, регулирования поверхностного стока, значение древесно-кустарниковой растительности в ликвидации смыва и т. п. По некоторым вопросам обработки почвы на склонах автор не разделяет мнение ряда ученых (например, необходимость вспашки по горизонталям, создания горизонтальных валиков, террас и т. п.) и предлагает свои приемы обработки почвы, основанные на длительном опыте.

Книга представляет несомненный интерес для гидротехников, землеустроителей, агрономов, агролесомелиораторов и других специалистов.

Отзывы о книге просьба присылать по адресу: Москва, К-31, ул. Дзержинского, д. 1/19, Сельхозиздат.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Процессы эрозии – смыв почвы и размыв почвогрунта во время таяния снега и летних ливней – имеют большое распространение как в европейской, так и в азиатской части СССР и наносят большой вред сельскому хозяйству.

Коммунистическая партия и Советское правительство намечают и проводят в жизнь целый ряд организационно-хозяйственных мероприятий с целью увеличения продуктивности сельского хозяйства. Программой КПСС предусмотрены основные мероприятия по сельскому хозяйству, в том числе записано: «...вести систематическую борьбу с водной и ветровой эрозией почв».

Эрозия почвы наиболее сильно развита в районах с глубоко расчлененным рельефом. В таких районах большая часть площадей сельскохозяйственных угодий расположена на крутых склонах, по которым происходит сток воды, смыв почвы и размыв почвогрунта (образование оврагов).

В результате смыва верхнего наиболее плодородного горизонта появляются так называемые смытые почвы, урожаи сельскохозяйственных культур на таких почвах резко снижаются (в 2-3 раза), а размывшие почвы часто совсем не могут использоваться.

Эрозия почвы вызывает и другие неблагоприятные последствия: иссушение почвы, заиление продуктами эрозии сельскохозяйственных угодий и водоемов, нарушение работы транспорта.

Научные работники и работники производства, к сожалению, мало обращают внимания на рельеф территории. Почвоведы при обследовании почв и составлении почвенных карт дают подробные физико-химические показатели почв, а в отношении рельефа ограничиваются общими замечаниями.

В настоящее время хорошо известно, что распространение того или иного типа почв тесно связано с подстилающей их покровной породой, мощность и состав которой, в свою очередь, обуславливаются степенью расчлененности территории гидрографической сетью и составом коренных пород. Следовательно, тот или иной тип почвы в районах с расчлененным рельефом является производным рельефа,

отражающим свойства покровной породы, обусловившей направление почвообразовательных процессов.

Геоморфологические условия и интенсивность развития эрозионных процессов на различных частях территории являются условием и для развития естественной и культурной растительности, а, следовательно, для использования территории под сельскохозяйственные угодья.

Борьба с эрозией почвы должна проводиться дифференцированно в зависимости от типа рельефа и сельскохозяйственного использования той или иной территории.

Эрозия в современном о ней представлении является «болезнью земли», связанной с разрушением ее поверхности интенсивным стоком атмосферных вод. Для излечения от этой «болезни», как и всякой другой, требуется ясное представление о ее причинах, условиях возникновения и развития.

Следует заметить, что в литературе до сих пор излагаются противоэрозионные мероприятия в общей форме без учета использования отдельных частей территории под сельскохозяйственные угодья.

Настоящая работа имеет своей задачей определить элементы расчлененной территории для использования под сельскохозяйственные угодья и наметить систему противоэрозионных мероприятий применительно к данной территории.

В работе дается методика выделения площадей, и землеустройства сельскохозяйственных угодий по топографическим показателям.

Большую помощь автору в данной работе оказал кандидат сельскохозяйственных наук Т. Ф. Антропов, за что автор выражает ему благодарность.

Глава I

РАЗВИТИЕ РЕЛЬЕФА В РАЙОНАХ ЭРОЗИИ ПОЧВ

Необходимо прежде всего хорошо познать земельную территорию, на которой возникает эрозионный процесс, познать ее внешний контур и геологическое строение поверхностной оболочки. Без таких познаний нельзя правильно разобраться в причинах, вызвавших эрозию, и правильно наметить способы ее ликвидации.

Между тем надо признаться, что среди других физико-геологических явлений эрозионному процессу не посчастливилось в отношении более глубокого изучения. Этот процесс до настоящего, времени остается даже недостаточно дифференцированным в отношении историко-геологического его развития, доказательством чему является тот факт, что большинство ученых (не говоря уже о практиках) до сих пор считают и древние и современные эрозионные образования следствием одного и того же генетического процесса, в силу чего распространенное древнее эрозионное образование в виде гидрографической сети долин, суходолов, лощин, объединяется с современными образованиями, искусственно вызываемыми деятельностью человека при нерациональном освоении им земельной территории.

От такого смешения генетически различных эрозионных образований получаются и отрицательные результаты от применения многих практических мероприятий. Необходимо ясное разграничение разнородных эрозионных образований.

В настоящей главе рассматривается образование древней гидрографической сети на территории европейской части Советского Союза в пределах лесостепной и степной зон.

**Внешнее и внутреннее строение гидрографической сети
и прилегающих к ней склонов водосбора**

Какой бы топографический план лесостепной и степной зон европейской территории СССР мы ни взяли, всюду на нем можно увидеть, что земельная территория покрыта сетью углублений, являю-

щихся естественными желобами для отвода поверхностных вод с окружающей площади.

Такая водоотводящая, гидрографическая, сеть почти всегда в плане представляет вид ветвящегося ствола дерева, отдельные ветви (звенья) которого имеют различную величину и форму в зависимости от их месторасположения (рис. 1).

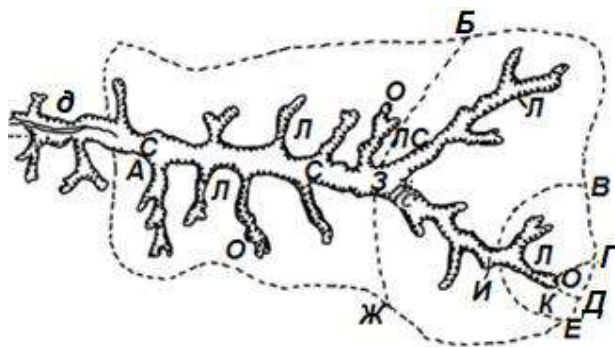


Рис. 1. Гидрографическая сеть и ее звенья (в плане):

Л – лощина; *ЛС* – лощино-суходол; *С* – суходол; *д* – долина; *О* – отвершек (короткая лощина); *ГКД* – водосбор отвершка; *ВИЕ* – водосбор лощины; *ЖЗБЕ* – водосбор лощино-суходола; *АБВЕЖ* – водосбор суходола

Верхние концевые звенья гидрографического ствола обычно бывают небольших размеров, затем (вниз по течению воды) они все более и более увеличиваются, получая более резкие контуры своих боковых откосов (берегов). В этом же направлении становится более выраженным и главный ствол, куда впадают все связанные с ним ответвления.

Такие ветвящиеся стволы гидрографической сети могут иметь различную густоту своих ветвей, вызывая этим различное расчленение соответствующей площади, причем наиболее густая сеть бывает обычно приурочена к участкам, имеющим крутое падение от верхних (наиболее высоких) звеньев ствола к нижним. Протяжение гидрографической сети на единицу площади принято называть коэффициентом расчленения территории (рис. 2). По величине такого коэффициента можно судить о характере общего рельефа данной территории. Большие величины коэффициента расчленения соответствуют обычно местности с более крутым рельефом (гористым); малые коэффициенты – местности с пологим рельефом (равнинным). Согласно данным соответствующих измерений, местности, опасные в эрозионном отношении, характеризуются в большинстве случаев коэффициентом расчленения свыше 1,0, местности же с пологим рельефом характеризуются коэффициентом расчленения менее 1,0.

Отдельные стволы, соединяясь друг с другом, создают систему стволков, впадающих в более крупный ствол, который в конечном сче-

те входит в обширный водоем (океан, море, реке озеро), служащий основным базисом стока для всей группы гидрографических стволов.

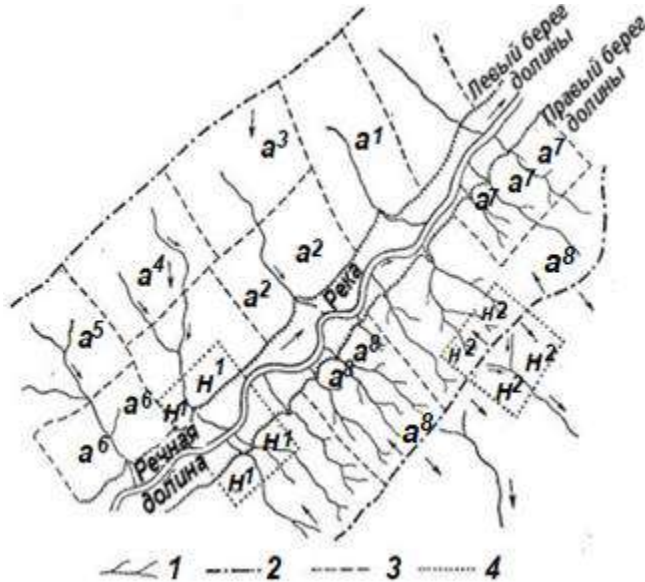


Рис. 2. Выделение на водосборной площади участков для вычисления коэффициентов расчленения территории гидрографической сетью:

1 – гидрографическая сеть; 2 – водораздельная линия; 3 – границы правильно выделенных участков; 4 – границы неправильно выделенных участков; a^1 - a^3 и т. д. – площади правильно выделенных участков; n , n^2 – площади неправильно выделенных участков (стрелки – направление стока)

Общим законом для гидрографических стволов, относящихся к определенному базису стока, является постоянное снижение днищ сети от верхних звеньев к нижним; иначе говоря, уровень каждого звена гидрографической сети, где бы оно ни находилось, всегда будет превышать уровень основного базиса стока. Все звенья гидрографической сети имеют непрерывное падение их днища по направлению к конечному базису стока, воспринимающему поверхностные воды со всего водосбора его гидрографической сети.

Если проследить по гипсометрической карте европейской части СССР распределение гидрографической сети по основным, конечным базисам стока, то можно будет на европейской территории выделить следующие основные водосборы: Белого моря и Северного Ледовитого океана, Каспийского моря, Черного моря (с Азовским), Балтийского моря и водосборы замкнутых озер в северо-западной части. Большая часть верховьев этих водосборов приурочена к центральной части территории (рис. 3).

Самые верхние звенья сети – ложбины, примыкающие к наиболее высоким частям водосбора, характеризуются обычно небольшой глубиной и очень пологими боковыми склонами (средний уклон менее 2°).

Следующее, вниз по течению воды, звено сети – лощина (см. рис. 1) представляет собой более углубленную впадину, с более рас-

ширенным дном и с более резко выраженными по высоте и крутизне берегами. Окружающая лощину водосборная площадь (размером до 300 га) в районах с коэффициентом расчленения свыше 1,2 имеет уже большую, чем в ложбинах, среднюю крутизну склонов (2-3°), увеличивающуюся по мере приближения к гидрографической сети.

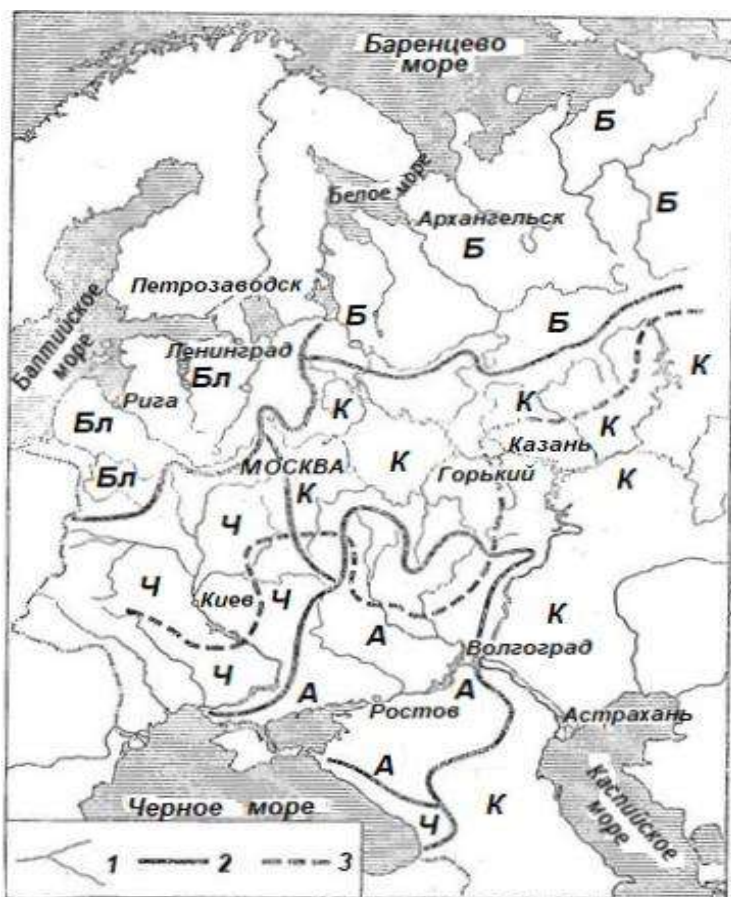


Рис. 3. Распределение по европейской территории СССР основных базисов стока:

1 – гидрографическая сеть речных долин; 2 – границы водосборов; 3 – южная граница северо-скандинавского ледника. Водосборы основных базисов стока: Л – каспийского (Волга, Урал); А – азовского (Дон, Северный Донец); Ч – Черноморского (Днепр, Днестр); Б – беломорско-баренцева; Бл – балтийского

Причем эта крутизна сильнее выражена на солнечном склоне. Лощина переходит в следующее (вниз) звено сети – суходол. В суходольном звене наиболее резко проявляется асимметрия берегов солнечных и теневых экспозиций. Здесь имеется различие не только внешних контуров берегов солнечных и теневых экспозиций, но и их геологического строения. Причем это различие особенно резко проявляется на тех участках сети, в водосборе которых коренные породы содержат мощную толщу твердых каменистых грунтов.

Водосбор суходольного звена в глубоко расчлененных районах может составить 500-600 га, в менее расчлененных районах достигает 2000-2500 га.

Последнее звено гидрографической сети ниже суходола называется речной долиной. В долинном звене не всегда имеется водный поток. Долина также имеет берега и широкое дно – пойму. Водосборная площадь речной долины составляет 3000-5000 га.

Сеть связанных друг с другом водоотводящих углублений расчленяет земельную территорию на серию небольших межсетевых участков – склонов, обязательно наклоненных под тем или иным углом к ближайшему звену гидрографической сети. Поэтому нельзя себе представить гидрографическую сеть без прилегающего и падающего к ней склона водосбора.

Протяжение таких склонов бывает довольно различным, в зависимости от коэффициента расчленения данной территории: чем этот коэффициент больше и чем гуще в силу этого бывает расчленена местность гидрографической сетью, тем при прочих равных условиях короче бывают и падающие к сети склоны.

Какую же форму имеет склон, падающий к гидрографической сети?

Если взять какой-либо небольшой отрезок гидрографической сети и выделить на прилегающей к ней водосборной площади (по имеющимся для нее горизонталям) серию линий стока (линий наибольшего уклона), то можно будет увидеть, что на участке склона одного и того же направления линии стока имеют почти одинаковое протяжение, изменяясь лишь по своей крутизне на отдельных отрезках склона (рис. 4).

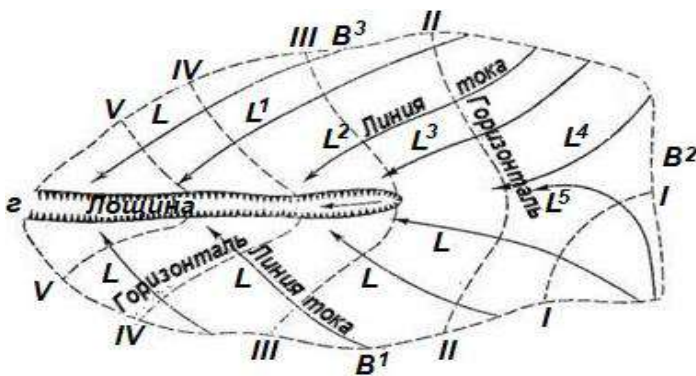


Рис. 4. Расположение линий стока и горизонталей на склонах водосбора лощины:

B^1-B^3 – водораздельная линия водосбора лощины; L^1-L^3 – линии стока; I, II, III, IV, V – горизонтали

Обычно такие изменения обнаруживают два основных профиля кривизны: выпуклый и вогнутый, градации которых связаны бывают с различной глубиной расчленения данной территории, с типом звена гидрографической сети и характером геологического строения тех участков склона, по которым проходит данный профиль (рис. 5).

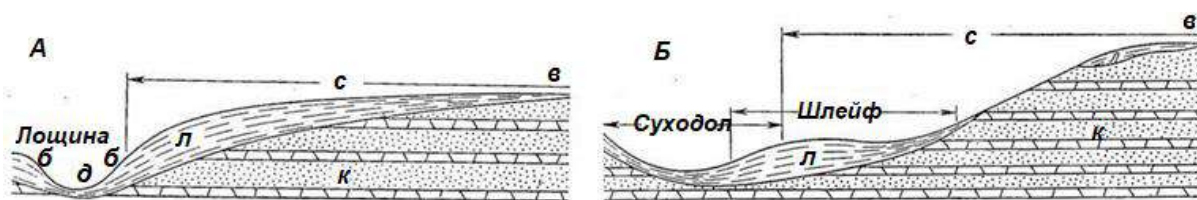


Рис. 5. Геологическое строение склонов выпуклой (А) и вогнутой (Б) формы (в – водораздел; бд – берег сети; д – дно сети; л – покровная порода; к – коренная порода; с – склон)

В пологих районах, характеризующихся обычно малым коэффициентом расчленения территории гидрографической сетью, склоны верхних звеньев сети, вплоть до суходольного звена, обычно бывают весьма пологими, имея в вершинном профиле форму почти прямой линии; с увеличением крутизны склона профили склона по линии стока резко изменяются, притом в зависимости от типа звена сети: в верхних звеньях на склонах различных экспозиций увеличивается выпуклость к основанию склона, в нижних участках гидрографической сети, до суходоля включительно, профиль склона изменяется в зависимости от его экспозиции – на теневых экспозициях (обращенных на север, северо-запад и северо-восток) выпуклость увеличивается к основанию склона, на противоположных, солнечных склонах (южных, юго-восточных, юго-западных), профиль более крутой в верхней (или средней) части склона и более пологий в основании, где он незаметно сливается с профилем примыкающего берега гидрографической сети.

Что же касается долинных звеньев (имеющих водосбор примерно 5-6 тыс. га), то они бывают двух типов. Первый тип (обычно приурочен к крутым участкам долины с уклоном поймы свыше 0,0002) характеризуется попеременным чередованием пологих (выпуклых) и крутых (вогнутых) высоких участков, в соответствии с чем и примыкающие к ним склоны меняют свою крутизну: они сплошь пологи около пологих участков берега и более круты в местах примыкания к крутым участкам долины. Что же касается склонов, примыкающих к долинам второго типа, имеющих асимметричные по крутизне профили на всем протяжении долины (крутые на правых, пологие на левых берегах), то характер внешнего их строения также соответствует внешнему (крутому или пологому) строению примыкающих берегов.

Важным условием, определяющим различную форму и крутизну берегов гидрографической сети и примыкающих к ним склонов, явля-

ется также *состав грунтов*, слагающих берега и склоны; с ним также связана различная подверженность берегов и склонов эрозии и другим побочным физико-геологическим процессам.

На основании изучения нами многочисленных обнажений в гидрографической сети в различных лесостепных и степных районах европейской части СССР, можно составить довольно ясную картину условий формирования склонов различного профиля, слагающих данную местность.

Так, если сделать вертикальный разрез по линии стока от какой-либо точки берега гидрографической сети через прилегающий склон до водораздела и отсюда вниз по продолжению линии стока на противоположном склоне до соответствующего берега гидрографической сети, то в большинстве случаев будет получаться такая картина: глубокая выемка в древних коренных породах, слагающих склоны, покрытая с поверхности плащом рыхлой (в большинстве случаев однообразной суглинистой) покровной породы, общей своей массой утолщающейся к оси гидрографической сети (рис. 6).

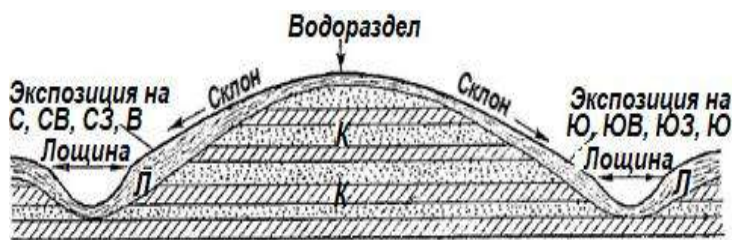


Рис. 6. Вертикальный разрез местности между двумя соседними лощинами:

Л – покровная (лессовая, лёссовидная) порода; *К* – коренная порода (пески, глины, известняки, песчаники, граниты и пр.)

К оси сети бывает направлена и наблюдаемая иногда в покровной породе слабая слоистость, а также включения крупнозернистого материала, тогда как в коренной породе резко видимые в ней слои не имеют никакой связи с гидрографической сетью. Последняя даже в самых глубоких (долинных) звеньях может пересекать коренную породу по различным направлениям, не подчиняясь совершенно направлению падения слоев коренных пород.

Представив в отдельности профиль одной лишь коренной породы различного состава, то есть *первичный профиль склона*, можно получить следующие формы профилей при различном сочетании твердых и рыхлых пород (рис. 7).

Поверх коренной породы залегает *покровная порода*, которая по своему составу резко отличается от коренной. Основным показателем

покровной породы служит почти однообразная мелкоземистость; в одних случаях она бывает представлена светло-желтым лёссовым грунтом, в других – лёссовидным темно-желтым суглинком, а иногда и светло-серым мергелем.

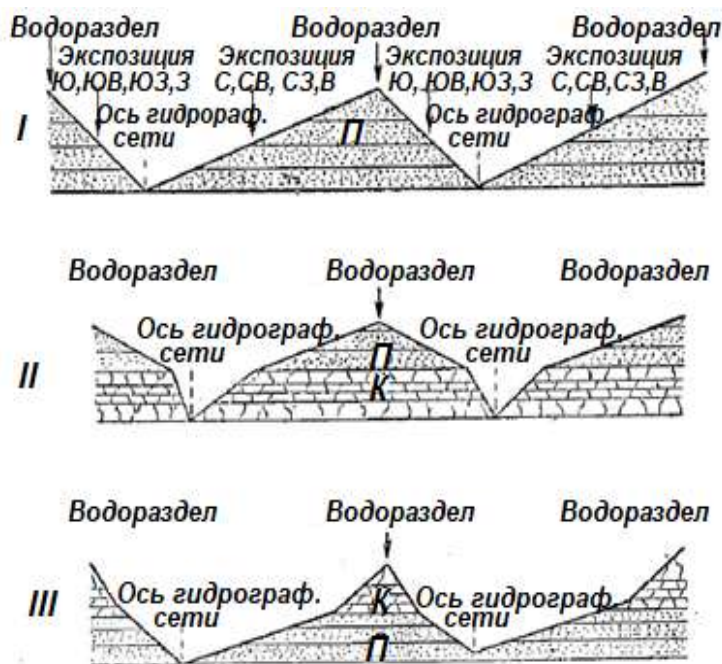


Рис. 7. Схемы профилей первичных склонов при различных сочетаниях твердых и рыхлых пород в общей их толще:

К – твердые коренные породы (известняк, мел, опока); П – рыхлые коренные породы (пески, глина); I – профиль при сплошь рыхлых породах; II – профиль при рыхлых породах в верхней части и твердых в нижней части; III – профиль при твердых породах в верхней части и рыхлых в нижней части

Встречающиеся в покровной породе редкие тонкие прослойки более крупнозернистой породы (песка, гравия, реже обломочного материала) неизменно имеют падение к ближайшему звену гидрографической сети; по такому же направлению идут и наблюдаемые нередко в покровной толще гумусные слои погребенной почвы и иллювиальные горизонты, указывая этим на тесную связь отложения их на склоне с прилегающим дном гидрографической сети, являвшимся базисом для их отложения.

Мощность плаща покровной породы на склоне зависит от крутизны и петрографического (породного) состава первичного коренного склона: чем круче бывает склон, тем меньше и неравномернее бывает распространена на нем покровная порода, которая в таких случаях больше сосредоточивается в подножии склона и меньше – на верхних (водораздельных) его частях. При этом на склонах солнечных экспозиций (при прочих равных условиях) покровный плащ бывает развит меньше, чем на теневых. Такая разница еще более усиливается с переходом от верхних звеньев сети к нижним (суходольным), где

покровная порода полностью отсутствует на солнечном склоне и наиболее мощно выражена на теневом.

Мощность и состав покровного плаща связаны с рыхлостью коренных пород, слагающих склон: чем больше в коренных породах склона рыхлых песчано-глинистых* пород, тем бывает мощнее покровная порода на склоне, и, наоборот, чем больше коренная порода состоит из плотных и твердых, трудно выветривающихся пород, тем менее развита бывает на таком склоне покровная порода. Особенно в этом отношении характерны бывают участки тех склонов, коренные породы которых состоят из плотных кварцитов, доломитизированных известняков, кремнистых опок, глинистых сланцев. При наличии таких коренных пород покровная порода может совершенно отсутствовать на склоне.

При такой тесной связи покровной породы с петрографическим составом коренных пород профиль склона может иметь различную форму также и в зависимости от того или иного стратиграфического сочетания твердых и рыхлых пород в общей толще коренных пород на склоне. При однообразном рыхлом (песчано-глинистом) составе всей толщи коренных пород, слагающих склон, покровная порода получает значительную мощность, и притом наибольшую на теневом склоне, наименьшую на солнечном, увеличивающуюся в обоих случаях к подножью склона. При залегании рыхлых пород над твердыми мощность покровной породы бывает или равномерной по всему склону (см. рис. 5), или же сосредоточенной больше в верхней и средней части. При залегании твердых пород над рыхлыми покровная порода сосредоточивается в большей массе в нижней части, в силу чего и вертикальный профиль склона получается вогнуто-выпуклым (см. рис. 5, Б).

Состав коренной породы отражается на общем составе покровной породы. При наличии в подстилающей коренной породе большой массы песчаных слоев увеличивается кремнеземистость покровной породы. При залегании в коренной породе значительной толщи известняковых пород увеличивается карбонатность покровной породы. На участке склона, где коренная порода состоит сплошь из мела, мелоподобных мергелей или мергелистых опок, покровная порода бывает часто представлена сплошь мергелем. В общем же в пределах центральной европейской части СССР состав покровной породы изменяется в сторону

*Но не чисто песчаных пород, на которых покровная лёссовидная порода почти не образуется.

увеличения в ней карбонатов по мере перехода от северных районов к южным, в связи с чем, видимо, находится и изменение ее плотности и цвета. В районах более влажной лесостепной зоны покровная порода более плотная, суглинистая, в некоторых местах принимает вид лёссовидного суглинка желтовато-бурого или темно-желтого цвета*. В более южных районах на участках с преобладанием в коренной породе карбонатных грунтов покровная порода бывает представлена лёссом светло-желтого или палевого цвета, весьма богатым известью, дающим здесь характерные отвесные откосы в размывах и подмывах. На пологих склонах теневых экспозиций механический состав покровной породы бывает по всей толще почти однообразным, и притом более мелким, тогда как на очень крутых склонах (обычно солнечных экспозиций) состав его делается более песчаным, местами иногда с небольшими крупнозернистыми прослойками.

На границе между покровной и коренной породами, в тех местах, где коренные породы или сплошь, или частично бывают представлены твердыми и каменистыми грунтами, почти всегда наблюдается небольшой мощности *прослойка* крупнозернистого или щебенистого наноса из окатанных или угловатых кусков твердых пород такого же состава, как и твердые породы на окружающих склонах водосбора**. Толщина этой прослойки увеличивается обычно от верхней части склона к нижней, достигая наибольшей величины в пунктах, соответствующих дну гидрографической сети. В таких пониженных местах мощность щебенистых наносов, подстилающих покровную (лёссовидную и лёссовую) породу, бывает тем больше, чем круче прилегающие вышележащие склоны и чем больше в составе коренной толщи твердых каменистых пород.

Каменистые наносы подпокровной породой не имеют, однако, никакой связи с современными продуктами размыва и встречаются довольно часто по дну гидрографической сети, даже и по сплошь заросшему густым взрослым лесом, где нет никаких признаков современных эрозионных процессов. Это указывает на большую древность таких отложений.

*В правобережных районах Волги (около Тетюшей) в местах залегания пестроцветных пермских мергелей покровная суглинистая порода имеет малиновый цвет от преобладания в коренной породе такого же цвета мергелей. Это отражается также и на цвете почвы, залегающей на покровной породе.

**Такая прослойка каменистого щебня может характеризовать те коренные породы, которые находятся на вышележащем водосборе.

Местами в контакте покровных и коренных пород поверх щебнистой прослойки можно встретить погребенную гумусную почву, которая свидетельствует о большом (во времени) перерыве между периодами окончания формирования гидрографической сети и началом отложения покровной породы.

Рассмотрим теперь, какие же изменения происходили в покровной породе в период ее отложения. На территории лесостепной и степной зон европейской части СССР покровные породы имеют в основном однообразный механический состав и однообразную (желтоватую) окраску с изменяющимися лишь ее оттенками; иногда в общую толщу покровной породы включаются небольшие гумусные слои (обычно не более трех), свидетельствующие о перерывах, имевшихся в ее отложении.

Очень редко покровная порода переслаивается тонкими песчаными слоями и еще реже тонкими прослойками мелкого гравия. Каких-либо резких изменений в контурах ее внутреннего строения в виде глубоких выемок или углублений, которые могли бы свидетельствовать об интенсивных эрозионных процессах в период ее отложения, не встречается. Можно только лишь указать на наличие во многих районах рассматриваемых зон дифференцировки общего массива покровной породы на две толщи, резко различные по цвету, составу, мощности и условиям размещения. Самой нижней из них является толща покровной породы суглинистого, иногда супесчаного, состава красно-бурой, кирпично-красной и нередко темно-малиновой окраски, часто содержащая включения известняковых конкреций (журавчиков). В естественных обнажениях такая толща большей частью бывает небольшой мощности – не превышает 5-6 м, а в некоторых районах снижается до 1-2 м. Эта порода сохраняет всюду *общий характер наклона – к основанию склонов, падающих к дну гидрографической сети.*

Над красноватой покровной толщей наблюдается *несогласное* залегание более мощной и более широко распространенной толщи светло-желтого лёсса (рис. 8), которая иногда и самостоятельно заполняет встречающиеся в первой породе контуры небольших первичных выемок (рис. 9). В некоторых районах обнаруживаются отложения одной (красной или желтой) толщи покровной породы. Так, если в большей части центральной лесостепной и степной зон большая мощность желтой породы приурочена к склонам теневых экспозиций, меньшая – к солнечным, то в западной части степной зоны, наоборот, наибольшая ее большая масса мощность приурочена к солнечным экспозициям и

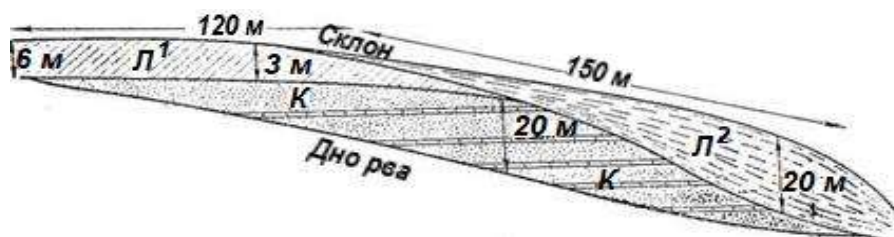


Рис. 8. Типичное несогласное залегание покровных пород первого и второго цикла послетретичной эрозии (обнажение в суходоле «Кипучий» близ станции Клетской Волгоградской области):

L^1 – покровная порода первого цикла эрозии (красно-бурая лёссовидная песчанистая глина с известняковыми конкрециями); L^2 – покровная порода второго цикла эрозии, темно-желтый лёссовидный суглинок; K – коренная порода (третичные глинистые пески)

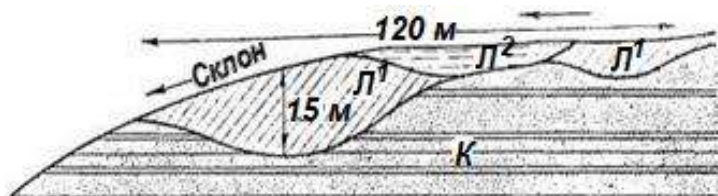


Рис. 9. Заполнение покровной породой второго цикла (желтым лёссом) вымоины в покровной породе первого цикла (обнажение в суходоле «Крутик» водосбора ручья Бекетовка около с. Русская Бехтяжка Ульяновской области):

L^1 – покровная порода первого цикла эрозии; L^2 – покровная порода второго цикла; K – коренная порода

меньшая – к тенивым. Это, видимо, объясняется очень слабым в этот период развитием покровной породы на тенивых склонах, на которых порода не имела возможности дойти до основания склона, в то время как на солнечном склоне, где продвижение ее могло быть более интенсивным, она могла в большой массе накопиться у основания склона.

Самостоятельность и специфичность условий отложения той и другой покровной породы доказывается также и наличием в некоторых местах под слоем желтого лёсса щебенистой прослойки мощностью до 0,3 м, несогласно залегающей над толщей красного лёсса.

Период возникновения и причины развития гидрографической сети и примыкающих к ней склонов

Гидрографическая сеть является неотъемлемой частью любой территории земного шара. Сеть эту мы можем видеть также и в гор-

ных районах, где она бывает представлена глубокими горными ущельями, состоящими из отдельных звеньев, характеризующихся особым контуром их берегов и днищ, меняющимся в зависимости от величины и крутизны их водосбора.

Каждое звено гидрографической сети, какого бы размера оно ни было и где бы оно ни находилось, всегда с обеих сторон имеет водосборную площадь, наклоненную под тем или иным углом к днищу сети.

В зависимости от климатических условий поверхность гидрографической сети бывает покрыта в одних случаях лесной, в других – луговой растительностью.

Каково же происхождение гидрографической сети?

У нас часто называют гидрографическую сеть «оврагами», связывая ее возникновение с процессом размыва, возникшим из-за нерационального *использования человеком* земельной территории, которая будто бы ранее была ровной, а затем, в период ее освоения, подверглась размыву от усиленного стока поверхностных вод.

При таком представлении получается, что всюду, где имеется гидрографическая сеть (будь то на крайнем севере или на юге, в горных или лесных районах), в ее создании основную роль должен был бы играть человек: не будь человека, не было бы и гидрографической сети, не было бы и никаких естественных желобов стока в виде лощин, суходолов и даже долин.

Такое представление о гидрографической сети является абсурдным.

Выше было указано, что не только каждое большое звено гидрографической сети, но и каждый отдельный, даже небольшой, отвершек этого звена имеет непосредственную связь с прилегающим и наклоненным к нему склоном окружающего водосбора. Если же рассмотреть вертикальный разрез сети и склона, то можно увидеть, что углубления, связанные с каким-либо участком гидрографической сети, представляют часть общего углубления поверхности шириной, равной протяжению двух противоположных склонов (от водораздела до дна сети). В зависимости от различной густоты расчленения территории такое углубление бывает шириной поверху от 300 до 1000 м и глубиной от водораздела до дна сети от 10 до 50 м (первая цифра относится к пологим, вторая – к крутым участкам сети). Вот до каких размеров доходил процесс углубления, поверхности, создавший гидрографическую сеть и связанные с нею склоны! К тому же надо добавить, что при создании этих элементов территории прорезались не только рыхлые, но и другие

породы различной плотности, ибо только при таком ходе эрозионного процесса могло получиться постепенное снижение поверхности от водораздела до ближайшего звена гидрографической сети.

Выше также указано, что как поверхность берегов гидрографической сети, так и поверхность прилегающих к ним склонов водосбора бывают почти всюду прикрыты почти однообразным плащом мелкоземистой лёссовидной покровной породы, являющейся продуктом напыла мелкозема с верхних частей склона к его подножию, поэтому и берега гидрографической сети в своем внешнем строении представляют большею частью контур *намыва*, но не контур размыва, присущий современным образованиям, именуемым оврагами (рис. 10). Овраги не имеют никакой генетической связи ни с прилегающими склонами, ни с покровными образованиями, развитыми на них, не говоря уже о полном несоответствии их поперечных размеров размерам гидрографической сети. По отношению к древней гидрографической сети современные размывы – овраги – представляют лишь *небольшие царапины* (рис. 11).

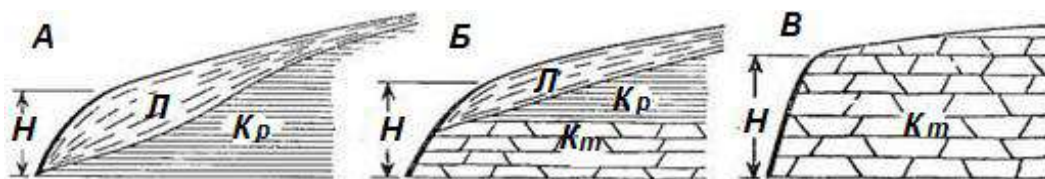


Рис. 10. Зависимость внешнего контура берега гидрографической сети от состава грунта и характера процессов формирования:

A – контур, связанный с процессом напыла покровной породы к основанию склона; *B* – контур, связанный с древним подмывом берега, сложенного в нижней части из коренной породы, в верхней – из покровной; *V* – контур, связанный с подмывом берега, сложенного сплошь из коренной породы; *H* – берег сети крутизной свыше 10° ; *Л* – лёссовидная покровная порода; *Km* – коренная твердая порода; *Kp* – коренная рыхлая порода

Как уже указывалось, гидрографическая сеть имеет в плане большое сходство с разветвленным стволом дерева, с постепенным переходом малых ветвей (звеньев сети) в более значительные.

Формирование гидрографической сети начиналось с низких пунктов склона. Отсюда по мере подтекания новых потоков воды гидрографическая сеть продвигалась на вышележащие участки склона, увеличиваясь в размерах и давая ответвления в сторону подтока

новых поверхностных вод. Такое расчленение поверхности продолжалось до тех пор, пока водосборная площадь новых углублений не снижалась до таких размеров, при которых развивающаяся на ней энергия стекающей воды не в состоянии была уже преодолеть сопротивление грунта, а это могло произойти лишь тогда, когда водосборная площадь концевых ответвлений гидрографического ствола соприкоснется с водосборной площадью соседнего ствола. После этого должно было прекратиться поступление воды к концевым ответвлениям стволов и приостановиться их дальнейшее развитие.



Рис. 11. Размыв дна лощины весенней талой водой (Корсаковский район Орловской области). Фото А. С. Козменко

Какой же водный феномен мог участвовать в создании такой гидрографической сети, поражающей прежде всего громадными размерами эрозионных образований даже в самых верхних звеньях, у которых выемка в коренной породе (созданная по оси звена) охватывает сплошь весь склон, вплоть до водораздела?

В научных геологических работах, затрагивавших частный вопрос о происхождении речных долин, обычно не рассматривался весь комплекс вопросов, касающихся происхождения всей гидрографической сети, а без познания этого не могло быть, конечно, выявлено и развитие даже одного ее звена – речной долины. Высказывалось предположение, что большая часть речных долин была сформирована в более ранние геологические периоды, в частности, в третичный и даже в меловой периоды. Но если принять такую гипотезу, надо было бы указать также и время образования вышележащих звеньев, с которыми только и мыслимо было существование долины. Если же при-

знать, что образование речных долин должно было относиться к третичному периоду (не говоря уже о меловом), то в таком случае это должно было бы как-то отразиться на характере наклона отдельных слоев этого периода в местах подхода их к глубоко врезаемым речным долинам. А между тем геологические разрезы глубоких бурений, проведенных в различных местностях в центральной лесостепной зоне РСФСР и Украины* (в связи с изучением магнитных аномалий), показали, что падение (наклон) коренных осадочных пород, включительно до верхнетретичных, не имеет никакой связи с наличием даже очень глубоких долин. Таким образом, остается лишь одно предположение, что формирование гидрографической сети, а, следовательно, и связанных с ней склонов должно было проходить после третичного периода. Подтверждением этому может служить нахождение в толще покровной (лессовой) породы и в торфяных залежах по дну гидрографической сети остатков послетретичных (ныне вымерших) животных (мамонта, носорога и др.).

С первого взгляда можно было бы предположить, что причиной образования гидрографической сети в этот период мог бы быть северный скандинавский ледник, покрывавший, как известно, значительную часть северной и северо-западной части европейской территории и своими двумя языками доходивший до более южных и юго-западных ее частей.

Но могли ли в действительности ледниковый покров и его талые воды являться главным фактором в создании гидрографической сети?

Чтобы мог начаться эрозионный процесс, например, в водосборе с основным базисом стока: Белое море и Северный Ледовитый океан, территория, примыкающая к этому базису, должна быть свободной от скандинавского ледника, который мог лишь препятствовать стоку поверхностных вод и формированию главных и боковых стволов разветвлений гидрографической сети. Такими же свободными от ледникового скандинавского покрова должны были бы быть и водосборы других основных базисов стока (Балтийского, Каспийского и Черного морей)** . Это подтверждается непосредственным, более детальным изучением контуров гидрографической сети в районах, включающих южную границу распространения валунов скандинавского ледника. Наши исследо-

* Щеголев. «Проблемы советской геологии». № 10, 1934.

** Это должно быть отнесено и к замкнутым водосборам внутренних больших озер.

вания* показали полное отсутствие каких-либо изменений в контурах сети при переходе ее из районов, лишенных скандинавского покрова, в район сплошного его распространения (рис. 12). Причем особенно это было показательно для больших гидрографических суходольных и долинных стволов, у которых во внешнем и внутреннем строении коренных и покровных пород не обнаружено каких-либо изменений, связанных с переходом сети через южную границу распространенных северных валунов. Характерными в этом отношении оказались поперечные разрезы некоторых суходольных звеньев в более северных районах, где покровная лёссовидная порода берегов суходола со своим обычным утолщением к оси сети прикрывает толщу слоистых ледниковых песков, наклоненных в противоположную к оси суходола сторону. Это указывает на отсутствие связи наклона берегов гидрографической сети с падением к ней ледниковых слоев (рис. 13). Повсеместное формирование гидрографической сети могло начаться лишь после полного отступления скандинавских ледников.

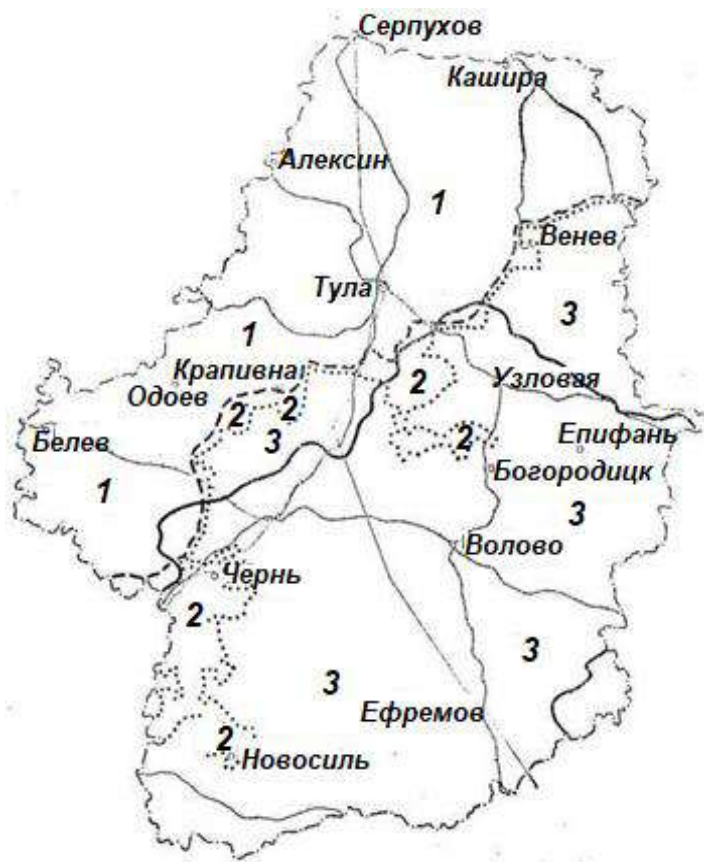


Рис. 12. Распространение типичных форм рельефа третьего послетретичного цикла эрозии в б. Тульской губернии:

1 – территория с рельефом третьего цикла эрозии; 2 – территория со спорадически развитыми формами третьего цикла эрозии на общем фоне рельефа второго цикла эрозии; 3 – территория сплошь с рельефом второго цикла эрозии

Условные обозначения:

— — — граница распространения типичных форм рельефа 3-го послетретичного цикла эрозии; граница (южная) массивов светлосерых лесных почв; ——— граница (южная) распространения валунов североскандинавского ледника

* А. С. Козменко. «Основы противозерозийной мелиорации». Сельхозгиз, 1954.



Рис. 13. Отсутствие связи наклона слоистости песчаных ледниковых отложений с наклоном склона, падающего к оси гидрографической сети

Мы не имеем возможности подробно рассматривать здесь природу водного феномена, участвовавшего в грандиозном эрозионном процессе, формировавшем территорию в тот отдаленный период (считая это задачей палеоклиматологов), поэтому рассмотрим лишь ход этого процесса и результаты проявления его на контурах гидрографической сети.

Циклы послетретичной эрозии и их следы на территории

Согласно описанному строению коренных и покровных пород, можно определенно сказать, что послетретичный процесс, под воздействием которого шло формирование гидрографической сети и окружающих склонов, проходил в течение нескольких циклов, имевших отдельные стадии.

В период *первого цикла* послетретичной эрозии, являвшегося самым величественным эрозионным процессом послетретичной эпохи, шло главнейшее расчленение Русской равнины и создание основных контуров гидрографической сети. Это расчленение в основном имело две стадии: *стадию размыва*, выражавшуюся в углублении первичных протоков с усиленным подмывом более выветриваемых, иссушаемых и более поддающихся разрушениям солнечных откосов (рис. 14), и одновременно с ней шедшую *стадию бокового размыва и смыва* откосов первичного протока, проявлявшуюся в удалении коренного грунта с окружавшей первичный проток площади. Это завершилось формированием склонов, наклоненных к дну протоков первичных углублений. В зависимости от состава и соотношения коренных пород, слагавших тот или иной участок территории, склоны первичных углублений получили различный профиль. Образовавшиеся в результате размыва коренной породы продукты в главной своей массе выносились в нижележащие участки первичной водоотводящей сети и частично отлагались на самом склоне (преимущественно в нижней его части) и по

днищу сети. Причем, если коренная порода в большей своей массе состояла из песчаных пород, продукты размыва таких пород могли в значительной массе отложиться на нижней половине склона, создавая специфическую песчаную покровную породу*.

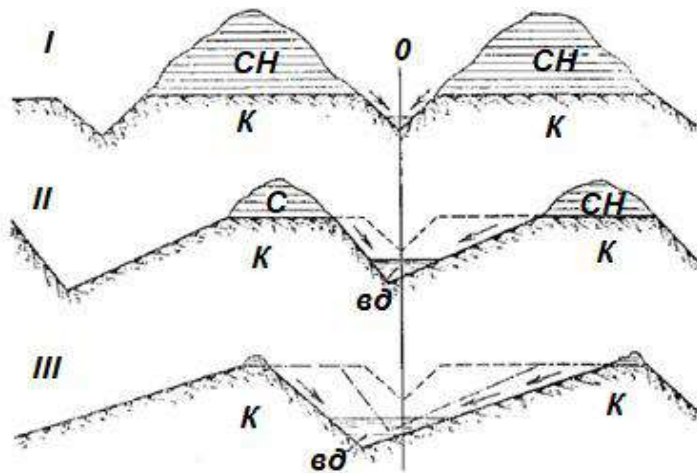


Рис. 14. Схема развития первой и второй стадии эрозионного цикла:

I, II, III – постепенные этапы развития в послетретичный период водоотводящей (гидрографической) сети и прилегающих к ней склонов; *К* – коренная порода; *СН* – снежные и ледниковые скопления; *вд* – профиль потока талых вод по дну сети

Обе стадии первого цикла послетретичной эрозии, возникшие под влиянием водной энергии от таяния громадных масс снежных (а может быть, и ледниковых) скоплений, проходили в условиях *полного отсутствия на поверхности растительности*, наличие которой могло лишь задержать эрозионный процесс. Эти две стадии первого цикла эрозии, расчленившие сплошь всю территорию европейской части СССР и превратившие ее в сеть больших и малых водосточных углублений с откосами, доходившими до водораздельных линий, являются убедительным свидетельством грандиозных эрозионных разрушений, происходивших в период первого послетретичного цикла эрозии. С окончанием этих стадий эрозионный цикл, принял совершенно иные, уже спокойные формы изменения земной поверхности.

Как уже указывалось, большая часть углублений в коренных породах почти всюду прикрыта плащом покровной породы, причем во многих местах между покровной породой и подстилающей ее коренной породой встречается гумусный слой почвы, свидетельствующий о том, что был период, когда на поверхности появлялась растительность, а эрозионная деятельность отсутствовала. Но часто такого погребенного

*Иногда в эту породу могли попадать и куски твердых коренных пород (меловых, известняковых), снесенных с залегающих где-либо выше массивов этих пород. К такого же рода покровным песчаным послетретичным отложениям должны быть отнесены и песчаные толщи, распространенные по левобережью большинства больших рек 2-го типа средней полосы европейской части СССР.

слоя почвы не бывает, и на размытой поверхности коренных пород непосредственно залегает покровная порода, которая своим отложением как бы завершала первый цикл послетретичной эрозии.

Отложение покровной лёссовой и лёссовидной породы

Покровные породы характеризуются следующими особенностями:

- а) почти сплошная мелкоземистость;
- б) довольно однообразное сложение, даже при большой толще, почти при полном отсутствии крупноземистых прослоек и щебня (свойственного породам, отлагавшимся более интенсивными водными потоками);
- в) сохранение мелкоземистой структуры не только на пологих, но нередко и на покатых склонах;
- г) включение слоев погребенной почвы без каких-либо заметных нарушений в контуре вышележащих и нижележащих слоев;
- д) увеличение мощности покровной породы от верхних участков склона к нижним;
- е) качественная связь с составом коренной породы, слагающей вышележащую часть склона, за счет выветривания которой создавалась покровная порода.

Эти особенности говорят о том, что в процессе отложения покровной породы играл роль не столько процесс смыва продуктов выветривания водными потоками, сколько процесс наплыва (солифлюкция), который мог проходить под влиянием медленного передвижения сверху вниз вязкого грунта, возникавшего на склоне при частой смене процессов оттаивания и замерзания наклонной поверхности, с небольшим лишь участием талой воды. В передвижении по склону продуктов выветривания коренной породы могли участвовать и процессы дефляции, наподобие того, как это бывает при формировании снежных наносов по склону*.

Такие процессы предполагают наступление в данной местности холодного периода, сменявшегося небольшими потеплениями, позволявшими поселиться растительности, которая создавала на поверхно-

* В глубоко расчлененных районах лесостепи характер отложения снежного покрова по различным элементам рельефа под влиянием господствующих в центральной лесостепи метелей южных, юго-восточных и восточных направлений является удивительно сходным с характером отложения в той же зоне плаща лёссовой покровной породы (см. статью А. С. Козменко и А. Д. Ивановского – Режим снежного покрова в Центральной лесостепи. «Гидротехника и мелиорация». № 12, 1952).

сти гумусный слой. При наступлении более холодного периода этот слой снова прикрывался наплывавшим лёссовым грунтом.

При рассмотрении строения покровной породы было указано, что она встречается в виде двух слоев, резко различных по окраске, составу и условиям залегания: нижний слой бывает окрашен обычно в красноватый, буро-красный и даже малиновый цвет, верхний же слой представлен лёссовой породой преимущественно желтого цвета. Он более мощный, часто несогласно залегает на нижележащем красном лёссе, перекрывает его, а иногда отлагается по его впадинам и вымоинам.

Все это говорит о большом перерыве во времени между отложениями этих двух лёссовых покровных пород, перерыве, который был между первым и вторым циклом эрозии. Отложение нижнего (красного) лёсса относится к завершающей (третьей) стадии первого цикла послетретичной эрозии; отложение же верхнего (желтого) лёсса относится к завершающей стадии второго послетретичного цикла эрозии.

Если первые две стадии в первом цикле эрозии представляли собой глубокий размыв протоков и сглаживание примыкающих к ним склонов, то во втором цикле такие явления были развиты менее резко и не всюду. Однако завершающая стадия – образование покровной желтой лёссовидной породы – была, наоборот, широко распространенной и полно развитой.

К эрозионным образованиям первых двух стадий второго цикла эрозии можно отнести лишь гидрографическую сеть, сформировавшуюся по отложениям песчаной толщи на левобережных склонах больших речных долин. Как указывалось, сама эта песчаная толща образовалась в речных долинах второго типа в период первого цикла эрозии в тех районах, где в коренных породах преобладала песчаная группа.

Вообще же второй цикл послетретичной эрозии оставил свои следы главным образом в виде своей покровной (желтой) породы, создававшейся при тех же климатических (холодных) условиях, что и покровная порода первого цикла эрозии.

Отложение покровной породы проходило в некоторых районах с двумя или тремя перерывами, дававшими возможность произрастать растительности, которая затем снова перекрывалась покровной породой. Эта растительность оставила погребенный (гумусный) слой, в котором местами встречаются и кости живших тогда животных.

Следует отметить, что отложение лёссовой желтой покровной породы второго цикла эрозии проходило однообразно во всех звеньях

гидрографической сети (ложбинах, лощинах, суходолах и долинах), охватывая не только склоны, но и берега сети (причем более мощным слоем на теневых их экспозициях). Особенно характерно то, что покровный плащ доходил до самого днища сети и не только в верхних звеньях, но и в таких больших речных долинах, как Волга, Дон и Днепр. Даже в самом их низовье можно видеть покровную лёссовую породу, прикрывающую склоны долины вплоть до дна поймы. Это показывает, что образование покровной породы могло начаться лишь после окончания формирования в коренной породе всех звеньев гидрографической сети (с ее склонами) на всем водосборе речных долин.

Особенности развития третьего цикла послетретичной эрозии

С окончанием второго цикла эрозии закончились грандиозные эрозионные процессы послетретичного периода, формировавшие основной лик поверхности центральной части европейской территории СССР, после чего с расселением по этой поверхности растительности наступил период эрозионного затишья, период интенсивного формирования почвы и наибольшего подземного (грунтового) и наименьшего поверхностного стока.

Такое эрозионное затишье, однако, было все же затем нарушено небольшой (в геологическом смысле) и непродолжительной (сравнительно с рассмотренными первыми двумя эрозионными циклами) эрозионной вспышкой, охватившей преимущественно северную половину рассматриваемой территории и небольшие (преимущественно глубоко расчлененные) районы южной половины.

Третий цикл послетретичной эрозии явился таким образом, последним, геологическим эрозионным циклом, формировавшим рельеф, после чего никаких уже естественных эрозионных возмущений наша страна, вплоть до начала современной исторической эпохи, не испытывала.

Как и в первые два цикла послетретичной эрозии силой, создававшей эрозионный процесс в период третьего цикла, были большие снежные скопления, прекратившие развитие растительности, а при своем таянии давшие большую разрушительную энергию стекающей воде.

В отличие от предшествующих двух эрозионных циклов третий цикл послетретичной эрозии не имел тех трех стадий развития, кото-

рые были характерны для двух первых циклов эрозии. В период третьего цикла наибольшее развитие имела лишь первая стадия – образование глубоких размывов, вторая же стадия (сглаживание откосов) проявлялась лишь местами в виде смыва на участках, имевших глубоко расчлененный рельеф. Что же касается третьей стадии – стадии формирования лёссовидной породы, то она совершенно почти отсутствовала в этот период. Все это указывает на весьма слабое развитие третьего цикла эрозии, охватывавшего преимущественно северный район (в котором было больше скоплений воды).

Характерной особенностью третьего цикла эрозии было сосредоточение процесса размыва почти исключительно в ранее сформировавшейся гидрографической сети и на прилегающих к ней участках склона, в результате чего в районах более северных создавалась густая сеть глубоких и узких рвов, прорезавших дно ранее созданной здесь гидрографической сети и выходявших за ее пределы на прилегающий склон в виде узких, ветвистых или коротких отвершков и ложбин, ныне обычно покрытых сплошь лесом (рис. 15).

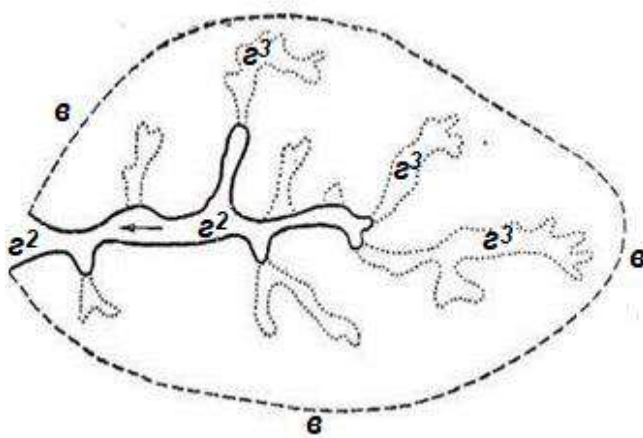


Рис. 15. Схема удлинения и разветвления гидрографической сети второй эрозии в период развития третьей послетретичной эрозии:

z^2 – (сплошная линия) – абрис гидрографической сети второй эрозии; z^3 (пунктирная линия) – абрис гидрографической сети третьей эрозии; $в$ (прерывистая) – водораздельная линия

В более южных районах третьим циклом эрозии захватывалось главным образом дно, частично берега, а в наиболее расчлененных районах и склоны (преимущественно солнечных экспозиций), на которых в результате древнего мелкоструйчатого размыва создавалась тогда густая сеть ложбин, представляющая ныне большую помеху земледелию. Эта сеть усиливает поверхностный сток, иссушает склоны и способствует распространению современных смывов и размывов почвы.

Продукты выносов из размывов отлагались в тот период частично по дну гидрографической сети и преимущественно в нижних ее

звеньях. Эти выносы покрывали существовавшую до этого периода почву (сохранившую до настоящего времени остатки стволов, росших на ней деревьев), в большей же своей массе они доходили до устья гидрографического ствола и входили в пределы примыкающей речной долины, образуя специфические приустьевые конусы выноса*.

В силу того, что в третий период послетретичной эрозии развивался главным образом процесс размыва и отсутствовало почти сглаживание его откосов, эрозионные образования, возникшие в результате этого цикла, имеют резкие, сравнительно узкие контуры с очень крутыми откосами, испещренными такими же крутыми и узкими боковыми впадинами, благодаря чему эти образования хорошо отличаются от аналогичных образований 1-го цикла эрозии, которые имеют более сглаженные очертания, обусловленные наплывом плаща покровной породы.

Все это служит доказательством того, что третий цикл послетретичной эрозии был в геологическом смысле кратковременным. Быстро начавшись, он также быстро закончился, не успев за период своего развития даже несколько сгладить крутые откосы, так как они быстро были покрыты травяной и лесной растительностью, сохранившей первичные контуры неизменными и до наших дней (рис. 16).

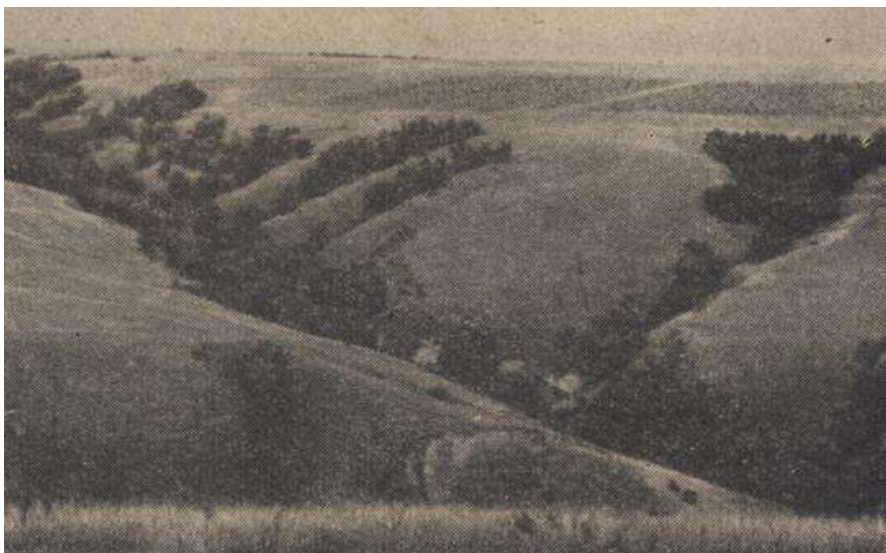


Рис. 16. Резко выраженные формы древнего (третьего цикла послетретичной эрозии) берегового и донного размыва, заросшие лесом (суходол «Кривоносовский» близ с. Балыклей). Фото С. А. Курцмана

*К этой группе древних конусов выноса, связанных с размывом третьего цикла эрозии, необходимо отнести весьма оригинальное отложение (в устьях больших гидрографических стволов правобережья Волги) так называемой хвалынской шоколадной глины, являющейся продуктом отложения лёсса, размывотого в период третьего цикла эрозии и вынесенного в устья больших суходолов и на пойму Волги, где он был залит соленой водой при трансгрессии Каспийского моря и подвергся воздействию этой воды.

Основным показателем самостоятельности третьего цикла послетретичной эрозии и более позднего его развития по сравнению со вторым циклом может служить прорезание размывом третьего цикла покровного лёссового (желтого) плаща второго цикла. Это прорезание почти всегда наблюдается в обоих откосах донных размывов. Отличие этих размывов от современных (которые по внешнему виду весьма схожи с размывами третьего цикла) заключается в том, что на откосах размывов третьего цикла (в местах, не затронутых современным размывом) хорошо развита почва, покрытая плотным дерном, а нередко и старым лесом (столетними дубами, вязами). Особенно это бывает показательно в местах, сплошь покрытых массивом густого старого леса, произрастающего не только по гидрографической сети, но и на прилегающем водосборе, где о наличии каких-либо следов современной эрозии не может быть и речи.

Площадь сплошного распространения третьего цикла послетретичной эрозии так же, как и площадь первого цикла, не имеет никакой связи с площадью распространения североскандинавского ледника. Но вместе с тем следует отметить характерное совпадение южной границы сплошного распространения типичных форм гидрографической сети третьего цикла эрозии с южной границей распространения светло-серых лесных и подзолистых почв, развитие которых несомненно было связано с ходом развития эрозионного процесса в период третьего цикла эрозии.

Выше указывалось, что эрозионные образования третьего цикла появились главным образом в виде глубоких размывов дна и берегов гидрографической сети, напоминающих по форме аналогичные современные эрозионные образования. Поэтому можно считать вполне достоверным, что и условия развития древних эрозионных образований третьего цикла должны были во многом соответствовать условиям развития современных донных и береговых размывов гидрографической сети. Изучение современных донных и береговых размывов показало, что одним из основных условий их появления в гидрографической сети глубоко расчлененных районов является отсутствие леса на берегах и распашка водосборной площади. Все это способствует повышению интенсивности стока поверхностных вод и концентрации их по дну сети и прилегающим к ней склонам. Наблюдения за распространением современных размывов показали, что усиленный донный и береговой размыв обычно сопровождается значительным смывом почвы с окружающего распаханного водосбора.

Следовательно, и в период третьего послетретичного цикла эрозии (как и в два предшествующих эрозионных цикла) на гидрографической сети окружающем ее водосборе не было растительности, поэтому дно гидрографической сети подвергалось тогда усиленному размыву, а на окружающих сеть склонах проходил интенсивный смыв почвы, которая была сформирована после окончания второго эрозионного цикла. При этом в тех районах, где третий цикл проявляется лишь в донном размыве, на прилегающем к сети водосборе мог идти лишь сравнительно слабый смыв почвы, а в тех районах, где эрозионные процессы проявились более резко, они захватили даже склоны (например, по правобережью Волги, близ Волгограда). Процесс смыва мог охватить и весь склон, вызвав на нем появление густой сети продольных ложбин. Особенно интенсивно смыв мог идти на склонах солнечных экспозиций, где он мог полностью удалить весь почвенный гумусовый слой, захватив подстилающую почву и, возможно, даже покровную породу.

Учитывая изложенное, можно сделать заключение, что в районах, подвергшихся в значительной мере воздействию третьего цикла эрозии, почвообразовательный процесс (создававший современную почву) после окончания третьего цикла эрозии мог проходить примерно на следующих видах поверхности:

1) на поверхности, слабо или совершенно не затронутой процессами смыва третьего цикла (в районах слабо расчлененных). Здесь поэтому сохранился полностью тот основной почвенный фон, который существовал до начала третьего цикла эрозии;

2) на поверхности, слабо затронутой процессами смыва третьего цикла эрозии и потому сохранившей частично (в полусмытом виде) почву, бывшую до начала третьего цикла;

3) на поверхности, полностью смытой в период 3-го цикла эрозии и потому совершенно не сохранившей древнего почвенного покрова.

В первом случае должна была получиться в основном древняя (реликтовая) почва, существовавшая до третьего цикла и лишь деградированная в современную (после третьего цикла) эпоху; во втором случае будет распространена почва, развитая на полусмытом реликте периода до третьего цикла эрозии, и в третьем случае получится почва, вновь сформированная в современную эпоху на покровной (желтой) лёссовидной породе второго цикла эрозии.

Если принять все это во внимание, станет понятным и причина указанного выше совпадения южной границы сплошного распростра-

нения эрозионных контуров третьего цикла эрозии с южной границей распространения светло-серых лесных земель*, образованных на поверхности, подвергшейся воздействию эрозионных процессов третьего цикла послетретичной эрозии.

По аналогии с этим фактом можно считать вполне допустимым, что третий цикл послетретичной эрозии должен был как-то сказаться на почвообразовательных процессах не только в районах с крутым рельефом, где водный феномен мог произвести большие эрозионные разрушения по гидрографической сети, но и в районах более пологих, где тот же феномен мог повлиять на почву не столько усиленной энергией стока, сколько усиленным ее увлажнением большой массой стекавшей воды. Вместе с тем следует допустить, что наблюдаемый ныне на многих территориях нашей страны почвенный покров происхождением своим должен быть обязан не только воздействию природных факторов современного периода, но также и воздействию природных условий, существовавших до наступления третьего цикла эрозии, когда (как это можно судить по растительности донных торфяников в гидрографической сети) климат в противоположность современному был более теплым, позволявшим формироваться почвам более теплых зон, например, чернозему северной лесостепи, для образования которого современные условия нельзя считать подходящими.

Для ясного представления о последовательном развитии послетретичных циклов эрозии и их отдельных стадий приводится составленная нами схема развития послетретичной эрозии в центральной части европейской территории СССР.

Схема последовательного развития послетретичной эрозии в центральной части европейской территории СССР

Ледниковые периоды. Циклы и стадии послетретичной эрозии	Характер климата	Физико-геологические процессы	Отложение продуктов таяния и эрозии
1	2	3	4
Период северного скандинавского ледника и его таяния			
Наступление ледника	Холодный ледниковый	Покрытие ледником низин и углублений доледникового рельефа	-
Отступление ледника	Умеренно холодный	Таяние ледникового покрова и размыв под-	Отложение морен и песчано-глинистых

*Эта граница не совпадает с южной границей распространения северных валунов.

Продолжение

1	2	3	4
Отступление ледника	Умеренно холодный	ледниковой поверхности	слоев, северных валунов, кристаллических и других пород, захваченных на пути движения ледника
Межледниковый период	Теплый	Освобождение поверхности от ледника	Поселение растительности. Образование почвы (погребенной)
Период первого сплошного снежно-ледникового покрова			
Отложение покрова	Холодный ледниковый	Повсеместное отложение весьма мощного снежного (ледникового) покрова. Уничтожение растительного покрова	-
Таяние покрова	Умеренно холодный с переходом в конце в умеренно теплый	Повсеместное таяние снежного покрова. Развитие первого цикла послетретичной эрозии	-
Первый цикл послетретичной эрозии			
Первая стадия	Умеренно холодный	Глубокий размыв коренных пород с образованием ветвистых стволов первичной гидрографической сети в коренных породах	Отложение щебенистого наноса по днищам первичной сети
Вторая стадия (одновременно с первой)	Умеренно холодный	Сглаживание (смывом и размывом) крутых откосов размывов, формирование первичных склонов, падающих к гидрографической сети	Отложение по первичным склонам песчаных и щебенистых продуктов эрозии
Третья стадия	Умеренно холодный	Повсеместный наплыв и частичное сдувание с обнаженных склонов продуктов выветривания коренных пород, местами (один раз) прерывавшиеся зарастанием растительностью, формировавшей почву	Отложение красноватой лёссовой, часто песчанистой, иногда с известняковыми конкрециями покровной толщи с одним промежуточным слоем погребенной почвы

Продолжение

1	2	3	4
Период второго (сплошного) снежного покрова			
Отложение покрова	Холодный (снежный)	Повсеместное отложение снежного покрова. Уничтожение растительного покрова	-
Таяние покрова	Умеренно холодный	Повсеместное таяние снежного покрова. Развитие второго цикла послетретичной эрозии	-
Второй цикл послетретичной эрозии			
Первая стадия 2-го цикла эрозии	Умеренно холодный	Короткая первая и вторая стадия размыва и сглаживание поверхности, сформировавшейся в период 1-го цикла эрозии	Отложение щебенистых пород по днищу сети, сформировавшейся в период 1-го цикла и завершившейся появлением растительности по склонам
Вторая стадия 2-го цикла эрозии	Умеренно холодный с переходом в умеренно теплый	-	-
Третья стадия 2-го цикла эрозии	Умеренно холодный, временами переходящий в умеренно теплый	Размерзание и замерзание поверхности, наплыв и сдувание выветрившихся коренных пород и покровной породы 1-го цикла, 2-3 раза (в стадию) прерывавшиеся проявлением на поверхности растительности	Отложение по берегам и дну гидрографической сети и прилегающим склонам различной мощности лёссовой желтоватой окраски покровной породы, местами с включениями (до 2-3 слоев) погребенной гумусовой почвы
Межэрозионный период (продолжительный)			
-	Теплый и влажно-теплый	Поселение растительности более южных зон	Образование почв влажно-теплого климата
Период третьего (прерывистого) снежного покрова			
Отложение снежного покрова	Холодный (снежный)	Отложение снежного покрова, уничтожение растительного покрова	-

1	2	3	4
Таяние снежного покрова	Умеренно холодный	Повсеместное таяние снежного покрова. Развитие третьего цикла послетретичной эрозии	-
Третий цикл послетретичной эрозии			
Первая стадия 3-го цикла (короткая)	Умеренно холодный	Размыв дна и берегов гидрографической сети (сформированной в предыдущие два цикла эрозии)	-
Вторая стадия 3-го цикла эрозии	Умеренно холодный	Смыв и мелкоструйчатый размыв по более крутым частям склона	Отложение по днищам средних и нижних звеньев сети продуктов размыва гидрографической сети и продуктов смыва склонов. (Отложение хвалынской глины в пойме Волги в устьях больших правобережных суходолов)
Современный период	Климат с зональным распределением	Полное прекращение эрозии. Расселение по территории современного растительного и животного мира	-

Глава II
ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПЛОДРОДИЯ СМЫТЫХ ПОЧВ

Техника выделения смытых земель

Смыв почвы (рис. 17) на распахиваемых сельскохозяйственных площадях имеет очень широкое распространение, однако борьба с ним проводится недостаточно.



Рис. 17. Смыв почвы на пахотном склоне (территория Новосильской опытной станции Орловской области). Фото Н. Я. Оринич

Причиной этому, с одной стороны, является распространенность смыва на различных участках сельскохозяйственной территории, не позволяющая сосредоточить мероприятия по борьбе с ним на большом, определенном участке, а с другой – большое разнообразие факторов, обуславливающих процесс смыва, что затрудняет внедрение в производство определенных, эффективных с технической и с экономической стороны приемов ликвидации смыва.

Мероприятия по ликвидации смыва в первую очередь должны применяться на тех площадях, на которых процесс смыва представляет большую опасность для сельского хозяйства и на которых применение этих мероприятий предотвратит дальнейшее распространение эрозии, то есть затраты на борьбу с ней могут быть рентабельны.

Чтобы борьба с эрозией была успешной и с меньшими затратами, необходимо установить наиболее простые, дешевые и вполне доступные способы выявления опасных очагов возникновения смыва, требующих быстрой их ликвидации. Для этих целей необходимо будет выполнить следующие работы:

1) выделить наиболее глубоко расчлененные и наиболее опасные в эрозионном отношении территории. Такими территориями могут считаться площади водосборов с коэффициентом расчленения свыше 1,0 (у которых на 1 кв. км водосбора протяжение гидрографической сети превышает 1 км);

2) провести в пределах такой территории отграничение водосборных площадей суходолов, водосборов крутых берегов долин и лощин, непосредственно впадающих в суходолы со стороны их крутых берегов (обычно солнечных экспозиций), на которых обычно сосредотачиваются наиболее опасные очаги не только смыва, но и размыва (табл. 1).

Для выделения границ площадей, подверженных опасному смыву, можно воспользоваться следующими установками:

1. На участках, для которых имеются топографические карты в масштабе не мельче 1/50 000, выделяют (пользуясь масштабом заложений) примыкающую к гидрографической сети полосу с уклоном свыше 0,05 (свыше 3°), на которой в большинстве случаев наблюдается, смыв наибольшей интенсивности (рис. 18, табл. 2).

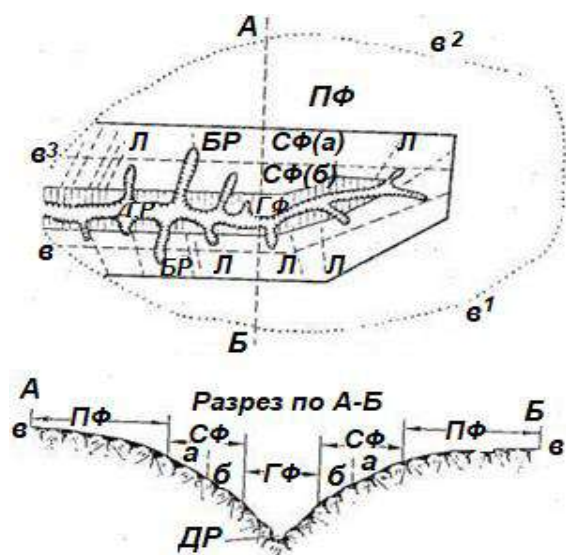


Рис. 18. Размещение эрозионных фондов по водосбору лощинного звена гидрографической сети при наиболее распространенном выпуклом профиле склона:

ГФ – гидрографический фонд, охватывающий берега и дно сети; СФ – приречевой фонд; а – полевая его часть; б – луголесная часть; ПФ – приводораздельный фонд; БР – береговые рвы и промоины (современные размывы); Л – мелкие ложбины и размоины; ДР – донный размыв; в, в¹-в³ – водораздельная линия

2. В тех же случаях, когда карт указанного масштаба и планов с горизонталями не имеется, можно будет при коэффициенте расчлене-

Таблица 1

Характеристика звеньев гидрографической сети

Звенья сети	Протяжение звена (в % от общей длины сети) ¹	Величина водосборной площади (в га) ¹	Ширина звена (в м)	Асимметрия крутизны противоположных берегов	Асимметрия грунтов противоположных берегов	Крутизна берегов ²		Породы, слагающие берега ³	
						солнечной экспозиции	теневой экспозиции	солнечной экспозиции	теневой экспозиции
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ложбины и небольшие короткие отвершки	15-20	5-50	30-80	Отсутствует	Отсутствует	Пологий	Пологий	Мощная покровная (свыше 3-5 м)	Мощная покровная (свыше 5 м)
Лощины	25-40	50-300	80-150	То же	Имеется в мощности покровной породы	Средней крутизны	Средней крутизны	Покровная небольшая мощность	То же
Лоцино-суходолы	20-30	300-800	150-200	Ясно заметна	Имеется	То же	То же	Коренная прикритая слоем (до 1 м) покровной породы	« »
Суходолы	15-30	800-3000	200-400	Резко выраженная	Резко выраженная	Крутой	Крутой	Коренная	« »

Продолжение табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Долины	1-го типа ⁴	Более 3000	400-800	Чередующаяся	Чередующаяся	Крутой и пологий	Пологий и крутой	Коренная, покровная	Покровная, коренная
	2-го типа ⁵	Более 3000	Более 1000 ⁴	Односторонняя	Односторонняя, резко выраженная	Пологий	Крутой	Покровная (лёсс и послетретичные пески)	Коренная

¹ Первые цифры относятся к сильно расчлененным, вторые – к слабо расчлененным районам.

² Берег пологий – менее 10°, средней крутизны – 10-20°, крутой – более 20°.

³ К берегам солнечных экспозиций относятся берега, обращенные на юг, юго-восток, юго-запад, запад; к берегам теневых экспозиций – берега, обращенные на север, северо-запад, северо-восток, восток.

⁴ Долины 1-го типа с попеременно чередующимися пологими и крутыми берегами; уклон поймы свыше 0,0002.

⁵ Долины 2-го типа с односторонней асимметрией (один берег крутой, противоположный – пологий) на всем протяжении долины уклон поймы менее 0,0002.

Таблица 2

Классификация смытых почв

Класс смытых почв	Характер смыва	Уклон	Количество ясно видимых ложбинок на 100 м поперечного сечения склона	Расстояние между размоинами, м	Смытость гумусового горизонта почвы A + B ₁ , %	Светлые пятна подпочвы	Влияние смытости на развитие сельскохозяйственных растений
1	Слабый	Менее 0,03	Единично разбросанные	Размоины единичные или отсутствуют	Менее 10	Незаметны	Развитие нормальное
2	Средний	0,03-0,05	3-5	40-30	10-30	Единичные	Рост слабее, чем на водоразделе
3	Сильный	0,05-0,07	5-10	10-15	30-50	30-70%	Изреженность и угнетенный рост очень заметны
4	Весьма сильный	Более 0,07	10 и более	5-10 и менее	Более 50	Более 70%	Сильная угнетенность, изреженность, низкорослость, недоразвитость растений (пушлость зерна)

Таблица 3

Характеристика эрозионных фондов

Эрозионный фонд	Местонахождение на водосборной площади	Размер площади (в % от площади всего водосбора)	Ширина звеньев сети по линии стока (в м)	Тип эрозии	Угодье	Тип противоэрозионных мероприятий
Гидрографический	Дно сети и берега крутизной более 0,15-0,17 (или более 10°)	10-15	Ложбины 30-80. Лощины 80-150. Суходолы 150-400	Размывы: донный, отвершковый, боковой, концевой. Подмыв берегов и откосов донных размывов	Лес, луг, выгон, места сада, по широкую дну суходола и в долине — пашня	Лесомелиоративные: создание лесных полос около всех видов размывов, облесение берегов сети от откосов размывов Луговое: поперечное и коренное улучшение дернины
Присетевой	Присетевая часть выпуклого склона и средняя часть вогнутого крутизной свыше 0,05 (3°)	15-25	100-250	а) интенсивный смыв почвы б) мелкоструйчатый размыв в) склоновый размыв по ложбинам	Пашня, мести выгон, лес, сад	Агрономические: специальные севообороты, обработка, удобрение Луговое: колемативные полосы, залужение Лесомелиоративные: кольматирующие опушки, облесение Распылители стока
Приводельный	Примыкающие к водораздельной линии склоны крутизной менее 0,05	50-70	По одному склону 300-700	Весьма слабый смыв почвы на склонах	Пашня, мести сад, огород	Агрономические: водозадерживающие приемы обработки почвы; лесомелиоративные: полевые защитные лесные полосы Распылители стока

ния 1,0-1,3 в разряд опасных по смыву площадей отнести присетевые полосы солнечных экспозиций шириной около 100 м (считая эту ширину от внешней границы берега гидрографической сети); при коэффициенте расчленения 1,3-1,8 – аналогичные полосы шириной 150-200 м, сокращая их на склонах теневых экспозиций на 40-50%.

Выполнение специальных мероприятий по ликвидации и предупреждению смыва почвы является довольно сложной работой, требующей применения комплекса следующих приемов: а) проведение противоэрозионной организации территории с выделением смытых почв (табл. 3); б) применение специальных почвозащитных севооборотов, удобрений, специальной агротехники; в) регулирование стока путем распыления, кольматажа и т. п., учитывая это, необходимо крайне осмотрительно проводить отграничение опасных в отношении смыва площадей, не захватывая и лишних, мало подверженных смыву склонов (что иногда допускается на практике в целях создания больших массивов пашни для удобства обработки почвы) и не делая, с другой стороны, объединения опасных в отношении смыва участков с участками, мало подверженными смыву. Использование обоих таких участков без применения противоэрозионных приемов способствует дальнейшему распространению смыва и на неопасных участках.

Объединение сильно смытых земель с общей территорией пашни может быть допустимо лишь в следующих случаях:

1) когда участок со смытой почвой в пределах общей площади имеет небольшой размер и процесс смыва на нем выражен в слабой степени;

2) когда этот участок хотя и имеет смытую почву, но расположен вблизи водораздела и на него не может попадать большое количество подтекающей воды. Местная мелиорация такого участка путем однократного внесения удобрения может уравнивать его с соседним участком.

Если выделенный присетевой участок с сильно смытой почвой (см. табл. 1) будет расчленен частыми ложбинами, концентрирующими стекающую воду, то объединение его в один массив с несмытыми почвами недопустимо.

Общая характеристика мероприятий на смытых почвах

Объем смываемой почвы при одной и той же крутизне склонов в глубоко расчлененной местности зависит от формы вертикального

профиля склонов по линии стока, определяемой различным соотношением твердых и рыхлых пород, слагающих склоны (рис. 19).

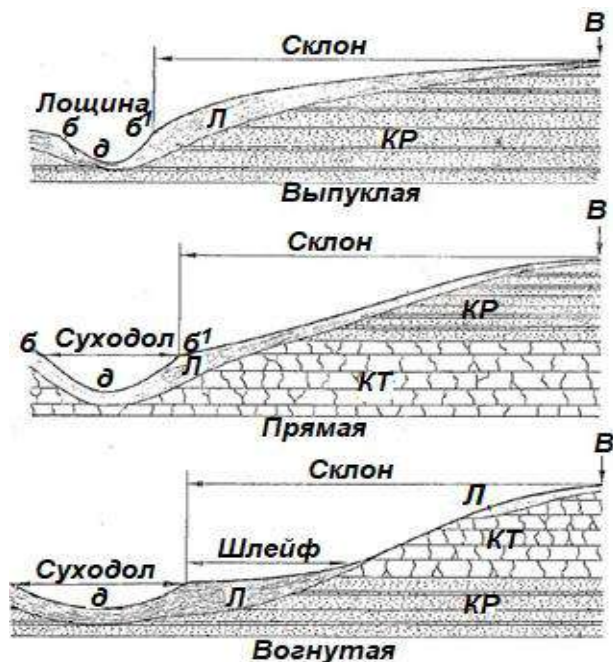


Рис. 19. Геологическое строение склона при различной его внешней форме:

$бб^1$ – поперечный профиль гидрографической сети; $бд$ и $б^1д$ – берега сети; $д$ – дно сети; $б^1В$ – склон; $В$ – водораздельный пункт: $Л$ – покровная (лёссовая) порода; $КР$ – рыхлая коренная порода (пески, глина); $КТ$ – твердая коренная порода (известняки, мел, песчаник)

вышележащей части склона и делают практические выводы о необходимости ликвидации смыва. В действительности же здесь мы имеем дело не с современным явлением, а с результатом древней деятельности послетретичных вод, сформировавших выпуклый профиль склона, который впоследствии определил характер отложения покровной породы.

При проведении практических мероприятий по ликвидации смыва необходимо исходить из современных условий возникновения процессов смыва на базе древнего (послетретичного) геоморфологического контура, а именно:

Когда в коренных породах склона преобладают *рыхлые*, песчано-глинистые породы, обычно формируется *выпуклый профиль* с мощным отложением покровной породы; когда же в коренной толще преобладают твердые породы (известняковые, песчаниковые и т. п.), формируется *прямой или вогнутый профиль* с наибольшим слоем покровной породы на склоне, особенно у его основания. Отложение же на склоне мощной покровной (лёссовой) породы способствует созданию сильно развитой почвы и наоборот, отсутствие покровной породы, или ее небольшая мощность, обуславливают формирование слабо развитой почвы.

Часто ошибочно считают залегающую на склоне слабо развитую почву смытой, а находящуюся в основании склона сильно развитую почву намывтой с

на более крутой присетевой части выпуклого профиля склона с малоразвитой (а иногда и щебенистой) почвой (которая выдерживает наибольший натиск снеговых и ливневых вод) практические мероприятия должны проводиться в полном объеме и интенсивно, тогда как на малоразвитой почве, расположенной на крутом верхнем или среднем отрезке вогнутого профиля (воспринимающем значительно меньшую массу подтекающей сверху воды), противоэрозионные мероприятия могут быть более упрощенными и менее интенсивными;

на участке же более пологого подножья вогнутого склона, на так называемом шлейфе, воспринимающем наибольшую массу поверхностных вод с вышележащего склона, борьба со смывом должна проводиться особенно тщательно. На таких участках имеются не только смытые почвы, но наблюдаются и размывы (рис. 20).

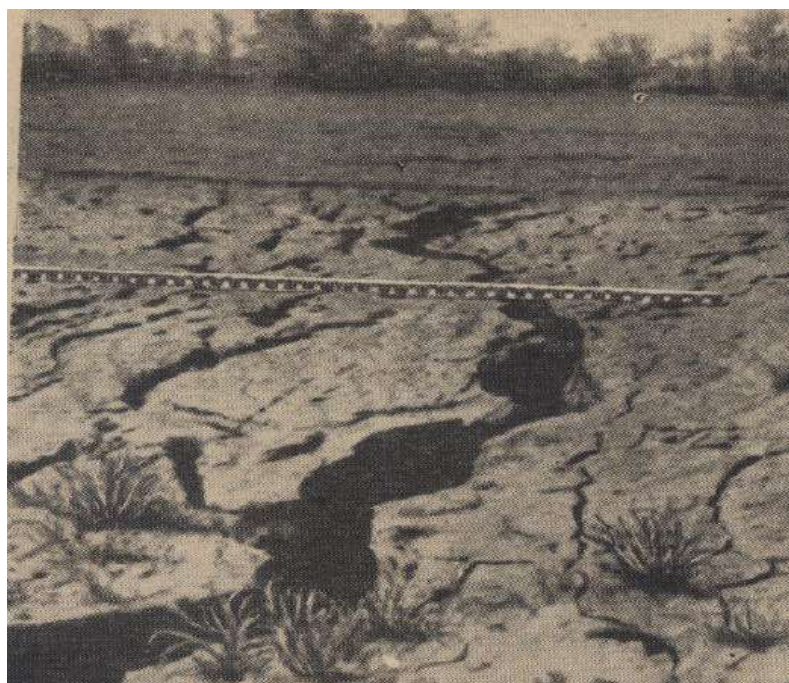


Рис. 20. Глубокие и мелкоструйчатые размывы на участке распаханного склона крутизной 6-7° ниже лесной полосы, накопившей большой сугроб снега. Участок, засеянный многолетними травами у лесной полосы, не подвергся смыву и размыву. (Клетский опорный пункт Волгоградской обл., 1956 г.). Фото В. К. Духнова

Следует иметь в виду, что выделяемые участки сильно смытых земель всегда почти расположены полосами по склону примерно параллельно оси примыкающего звена гидрографической сети. Это связано с самим характером возникновения смытых почв на пахотном склоне под воздействием воды, текущей по линиям стока (от водораздела к подножью склона). Ширина же полосы охватываемой интенсивным смывом, зависит от крутизны и протяжения склона, что в свою очередь связано с величиной коэффициента расчленения данного водосбора.

На практике расширение полосы смывтой почвы ограничивает использование склона под пашню. В результате увеличивается размер присетевого фонда и сокращается приводораздельный фонд.

Можно считать, что предельной шириной сильно смытых присетевых земель будет полоса не шире 200 м, причем это относится преимущественно к солнечным распахиваемым склонам водосбора с коэффициентом расчленения свыше 1,5-1,6 и длиной линии стока примерно 400-500 м.

При большем увеличении коэффициента расчленения использование под пашню прилегающих к сети склонов будет все более и более сокращаться и при коэффициенте расчленения водосбора свыше 3,0 (свойственном большей частью горным территориям) склоны становятся недоступными для использования под пашню.

В обычных (не горных) условиях применение полного комплекса противоэрозионных мероприятий возможно только при наличии минимальной ширины смытых присетевых земель, равной примерно 80-100 м, только при такой ширине возможна будет их рациональная эксплуатация и проведение фитомелиоративных мероприятий.

При коэффициенте расчленения водосбора свыше 1,0 рациональным может быть выделение присетевого фонда лишь на тех водосборах, где четвертая часть протяжения склона (от водораздела до сети по долине линии стока) будет не менее 100 м. Из сказанного видно, что на площадях с гористым (или «сопочным») расчленением, где коэффициент бывает равен 3-4 и более, для пахотного присетевого фонда обычно не остается площади, и поэтому такая территория должна обращаться в гидрографический фонд, который будет состоять из серии склонов крутизной от 10 до 30-40°. Эти склоны могут быть использованы под лес или под луг. Вырубка леса на такой площади приводит к сильному размыву почвы (рис. 21).

При ширине смытых присетевых земель менее 80 м от специального выделения полосы смытых земель приходится отказываться и присоединять нижнюю половину этой полосы (прилегающую к бровке берега сети) к площади гидрографического фонда, а верхнюю – к прилегающей пахотной площади приводораздельного фонда. Таким путем на наиболее интенсивно смываемой, нижней части присетевого фонда, отводимой под лес или луг, быстро ликвидируется смыв; на верхней же, менее смываемой части, остающейся пахотной, внесени-

ем удобрений можно быстро восстановить утраченное плодородие и объединить ее в один массив с приводораздельным фондом.

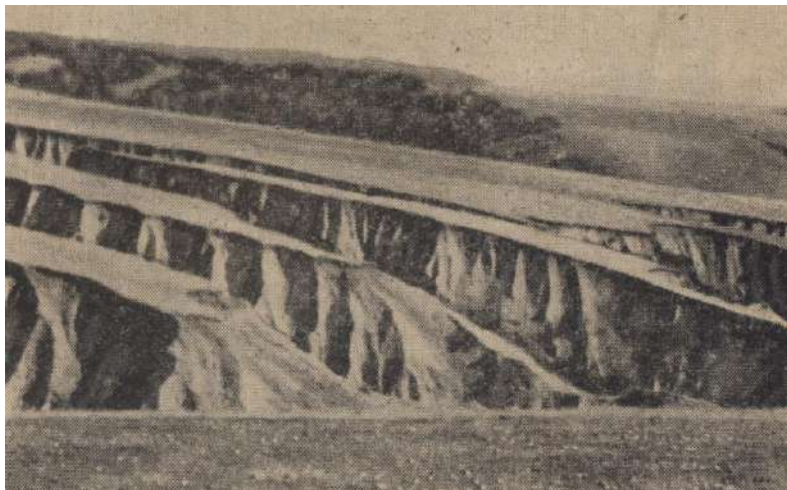


Рис. 21. Результат обращения крутого облесенного берега и склона в выгон (участок гористой зоны правобережья Волги у селения Рогаткино Саратовской области). Фото С. А. Курцмана, 1955 г.

Смытость щебенистых и малоразвитых почв

Нередко смытые почвы совмещаются со щебенистыми малоразвитыми почвами, усугубляющими непригодность таких земель для сельскохозяйственного использования. В общей же своей массе эти щебенистые почвы являются следствием небольшой мощности покровной (лёссовой) породы на склоне, залегающей на коренной (обычно каменистой) породе. Коренная порода в таких случаях состоит из плотных известняковых, кремнистых и опоковых слоев, мало подверженных выветриванию и не создавших поэтому лёссовых глинистых отложений, служащих основой для формирования покровной породы. Этот процесс отложения покровной породы еще более сокращался на участках, имевших большую крутизну, которая способствовала переносу мелких частиц коренной породы со склонов в пониженные, более пологие места.

На более повышенных участках склона, где масса и энергия стекающей воды бывают незначительными, малоразвитые щебенистые почвы могут быть несмытыми. Только в подножье длинного склона такие почвы подвержены процессам смыва. На это обстоятельство часто не обращают внимания и относят все щебенистые почвы в разряд сильно смытых почв, что приводит к неправильным выводам в отношении их освоения. Часто встречаются случаи залегания малоразвитых щебенчатых почв близ середины вогнутого склона суходольных и долинных звеньев гидрографической сети.

На повышенных участках склонов, где воздействие стекающей воды слабое, мероприятия по ликвидации процесса смыва более простые, чем на участках нижележащих, даже и при меньшей крутизне распаханного склона.

Регулирование стока на склонах

Регулирование поверхностного стока на распаханном склоне является важным противоэрозионным мероприятием. Наряду с правильной противоэрозионной организацией территории регулирование стока достигается путем уничтожения канализирующего влияния границ землепользования (меж, рубежей, дорог, разъемных борозд).

На это мероприятие до настоящего времени мало обращалось внимания, а между тем концентрация на пахотном склоне мелких струй весенних и ливневых вод и переход их в большие потоки являются основной причиной, вызывающей смыв пахотных угодий, возникновение бросовых земель и появление под воздействием этих потоков размывов дна и берегов гидрографической сети, губящих ценные луговые угодья.

Если в безлесных районах с ровным рельефом, имеющим коэффициент расчленения менее 0,5-0,6, в период весеннего снеготаяния и во время ливней сток поверхностных вод составляет 30-40% выпавших осадков, то в районах с резко выраженным рельефом, имеющим коэффициент расчленения более 1,0, сток весенних вод может достигать до 90% выпавших осадков.

Такой интенсивный сток происходит прежде всего на открытых безлесных склонах по сети границ землепользования, которые в период стока превращаются в типичные каналы, заполненные стекающими водами. По мере приближения к основанию склона вода начинает изливаться большими ручьями на окружающий склон, и вызывает на распаханых участках смыв плодородной почвы и вынос ее в гидрографическую сеть.

Мероприятия же по ликвидации процессов эрозии очень просты: они сводятся к распылению струй воды путем перекопки меж, разъемных борозд и колея дорог, прокопки выступающих напашей и рубежей, поделки сбросовых валиков по ложбинам после окончания каждой обработки почвы. Все эти мероприятия крайне необходимы

на сельскохозяйственных угодьях не только для борьбы с эрозией, но и для борьбы с засухой и заилением водоемов.

Агротехнические мероприятия на склонах, подверженных смыву

К основным приемам борьбы со смывом следует причислить проведение всех сельскохозяйственных работ в измененном виде применительно к глубоко расчлененному рельефу, то есть в соответствии с противоэрозионным заданием.

В отношении обработки почв у многих сельскохозяйственных работников сложилось представление о необходимости проводить вспашку, придерживаясь горизонталей местности. Однако в обычной совхозно-колхозной обстановке в условиях глубоко расчлененного рельефа (с коэффициентом расчленения свыше 1,0) выполнять такую обработку невозможно. Если в опытах, проводимых на малых площадках, изолированных от подтока вод с соседних участков, вспашка по горизонталям и давала положительные результаты, то в производственных условиях, когда с каждым шагом передвижения по горизонтали меняется длина линии стока и количество подтекающей воды (рис. 22), результаты от такой обработки получаются совершенно обратные.

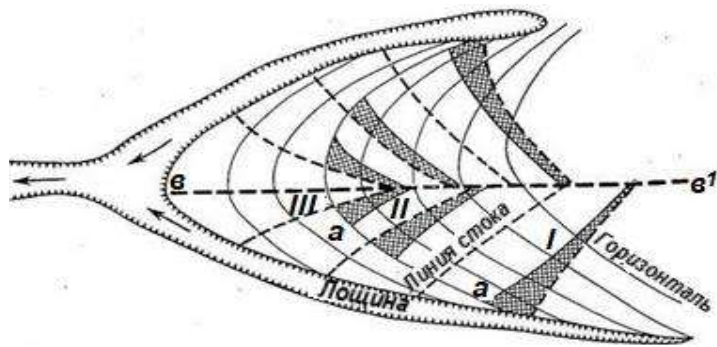


Рис. 22. Схема, показывающая сближение горизонталей по мере приближения их к подножию склона, увеличение массы стекающей воды к отдельным пунктам одной и той же горизонтали (а) от водораздельных пунктов к берегу гидрографической сети:

$вв'$ – водораздельная линия между двумя соседними лощинами; I, II, III – (заштрихованные площади) – различные массы стекающей воды по линиям стока к одной и той же горизонтали

В условиях крутого склона горизонтали никогда не идут параллельно друг другу и, как правило, по мере приближения к бровке гидрографической сети, сближаются друг с другом, делая крутые изгибы, превращающие ровный склон в гофрированную волнистую поверхность. Получить при вспашке по горизонталям одинаковой ширины пахотный загон на всем его протяжении (что является основным требованием рациональной обработки

почв) не представляется никакой возможности. Не даст никаких преимуществ и рекомендация: выполнять такие мероприятия «приблизительно по горизонталям», ибо и при таком направлении останутся в силе все те же явления, какие присущи вспашке по горизонталям.

Поэтому в условиях глубоко расчлененного рельефа приходится при выборе направления пахоты и при размещении границ указанных выше мероприятий придерживаться параллельности их оси ближайшего звена, гидрографической сети (или, что почти то же, параллельности бровке, берега), но применять одновременно и простейшие приемы распыления стока по возможности по всем границам полей: перекопку меж, борозд, рубежей, то есть приемы ухода за границами землепользования в крутых, сильно расчлененных районах.

К агротехническим противоэрозионным приемам должны быть отнесены также прерывистое бороздование и крестование.

Затрагивая вопрос о специфических противоэрозионных приемах обработки почвы, необходимо вкратце остановиться на проведении пахоты в глубоко расчлененных районах, подверженных эрозионным процессам.

Прежде всего следует отметить, что эрозионные процессы наиболее сильно развиваются на площадях, имеющих уклон свыше 3° (или свыше 0,05), хотя наблюдения показывают, что смыв может развиваться и при меньшей крутизне. Под почвозащитный севооборот прежде всего выделяется площадь крутизной склона 3° и выше.

Интенсивность смыва зависит обычно от типа почв и климатических условий местности: почвы более структурные, гумусные (типа черноземов) при прочих равных условиях страдают от смыва в меньшей степени, чем малоструктурные со слабо развитым гумусным горизонтом (например, подзолистые), однако климатические условия в этом отношении могут оказать и обратное действие. Так, сочетание теплого и влажного климата (влажные субтропики), вызывая мощное развитие растительности и быстрое почвообразование, может препятствовать смыву почвы. Этим именно и объясняется тот факт, что, например, в условиях Черноморского побережья Кавказа распашка крутых склонов не отзывается так пагубно на почвенном покрове, как в условиях среднеазиатских районов с таким же теплым, но сухим климатом.

Противоэрозионные приемы обработки почв в условиях глубоко расчлененного рельефа в большей степени приходится применять на

приводораздельном, наибольшем по площади, земельном фонде, накапливающим большую массу снеговой и ливневой воды. Ликвидация такой воды на самом водосборе и предупреждение тем самым сильного стока ее на нижележащие участки являются наиболее рациональным приемом борьбы со смывом и размывом. Проведение же водозадерживающих приемов обработки почв только лишь на присетевом фонде не может дать большого эффекта и может даже служить причиной возникновения усиленного эрозионного процесса. Это должно быть отнесено и к таким приемам, как прерывистое бороздование, крестование, ямочное бороздование, лункование, мелкое валование, глубокая пахота с поделкой гребней. Такие приемы могут достигнуть цели только в том случае, когда они будут проводиться не только на присетевом, но и вышележащем приводораздельном фонде. Созданные препятствия для воды на одном лишь присетевом фонде могут быть прорваны или заилены.

Следует заметить, что приемы задержания поверхностных вод невысокими валиками и перемычками могут не дать большого эффекта, так как откосы их, промерзая зимой, весной расплываются и пропускают через себя воду. Только при условии создания выемок в грунте (одних или в сочетании с валиками) можно задержать воду. Недостатком таких приемов обработки почв, как бороздование или мелкое валование, является то, что борозды и валики делаются сплошными, не прерывистыми, в силу чего они не столько задерживают, сколько канализируют сток. Будучи же совмещены с ранней зяблевой пахотой, откосы выступающих валиков до наступления морозов сильно осыпаются и испаряют большое количество влаги. Только валики, сделанные прерывистыми и притом не в период ранней зяби, а ближе к замерзанию почвы, могут дольше сохранять свои откосы, меньше осенью испарять влаги и больше перехватывать весной снеговую воду.

Восстановление плодородия почв присетевого фонда

Утраченное на присетевом фонде плодородие почв в результате смыва восстанавливается внесением минеральных и органических удобрений и посевом многолетних (особенно бобовых) трав.

Из минеральных удобрений более эффективно азотное удобрение в силу того, что при смыве в первую очередь удаляются верхние (гумусные) слои почвы, наиболее богатые азотом. Потеря же фосфора

происходит в меньшей степени, так как он не сосредоточивается, как азот, в верхнем горизонте почвы. Меньше всего влияет на восстановление плодородия смытой почвы внесение калия. Из органических удобрений на смытых землях могут применяться навоз и зеленые удобрения (вика, донник, люпин). Однако надо заметить, что зеленые удобрения, особенно донник, запахиваемые в середине лета, создают очень разрыхленную, пухлую поверхность, способную в случае прохождения в этот период ливня подвергаться интенсивному смыву, особенно на присетевых, наиболее опасных в отношении смыва участках склона.

Улучшение физических свойств почв и улучшение их структуры на пахотной части присетевого фонда достигается организацией на нем специального почвозащитного севооборота, особенности которого:

- а) включение в севооборот многолетних трав (злаково-бобовой смеси или люпина);
- б) исключение (по возможности) из севооборота пропашных культур, требующих частых обработок почвы;
- в) замена черного пара занятым;
- г) оставление на зиму сплошного или полосного высокого жнивья;
- д) применение осенней вспашки без оборота пласта;
- е) использование мелкой (15-18 см) вспашки с одновременным применением почвоуглубителя (до общей глубины обработки 25-30 см);
- ж) широкое применение регулирования стока распылителями и не только на смытой площади присетевого фонда, но и на вышележащей части склона, откуда идет поступление больших водных струй, концентрируемых разъемными бороздами и границами землепользования.

При освоении площадей присетевого фонда под сельскохозяйственные культуры необходимо для предупреждения смыва заботиться и о том, чтобы почва не оставалась долгое время обнаженной, а была бы по возможности все время покрыта культурной растительностью.

Повышение плодородия сильно смытых и щебенистых участков

Основным мероприятием на участках, непригодных под пахотное использование, будет перевод их в луговые или лугопастбищные угодья. Могут встретиться два типа участков: 1) участки сильно смытых и расчлененных мелкоструйчатым размывом почв, возникших в условиях сохранившегося лёссового покрова; 2) участки, подвергшиеся смыву при отсутствии лёссового покрова.

В первом случае на поверхности склона может быть сохранен небольшой слой почвы; во втором случае поверхность обычно бывает щебенистой и лишь только слегка гумусированной.

Первого типа земли в большинстве случаев могут охватывать сравнительно небольшую ширину присетевого фонда (не более 100 м), тогда как при наличии в основании склона сплошного щебня ширина присетевого фонда может иметь более значительные размеры – до половины протяжения склона.

Приемы восстановления плодородия почв, залегающих на лёссовой покровной подпочве, следующие: а) внесение минеральных удобрений; б) посев злакобобовой смеси; в) мероприятия, повышающие влажность почвы и кольматаж ила, сносимого с вышележащих участков склона.

Для восстановления плодородия щебенистых почв указанные приемы могут быть также полезны, однако эффективность их будет меньшей; кроме того, создание травяного покрова на таких почвах потребует применения полосных посевов, а для этого необходимо глубокое подпочвенное рыхление щебенистого грунта и одновременно создание постоянных узких снегосборных кустарниковых или древесных полос для снегозадержания и защиты поверхности от выдувания*. Подготовка почвы (как лёссовой, так и щебенистой) для посева трав проводится путем поверхностного рыхления (без оборота пласта) на глубину не более 15 см. Выворачивание на поверхность коренного грунта (лёссового или каменистого) может привести к полной гибели посевов.

Для успешного роста трав на этих почвах необходимо года на 4-5 изъять такую площадь из пастбищного использования и проводить на ней лишь периодическое подкашивание травостоя.

Следует отметить, что регулярное использование щебенистых склонов под пастьбу скота (без всякой мелиорации) приводит к разбивке щебня, его уплотнению, образованию после дождя на поверхности плотной пленки, закупоривающей все поры в щебне и препятствующей просачиванию воды в грунт. В результате сток с таких, казалось бы, водопроницаемых щебенистых почв становится интенсивным, вызывая эрозионные разрушения на нижележащих участках водосбора.

* В некоторых районах сохранившиеся на меловых щебенистых склонах единичные кусты казацкого можжевельника собирают около себя большие массы снега, а летом создают вокруг себя участки с густой травой.

Роль древесно-кустарниковой растительности в ликвидации смыва

Если положительное влияние приведенных выше мелиоративных мероприятий на повышение плодородия смытых земель можно считать вполне установленным, то нельзя того же сказать о влиянии древесно-кустарниковой растительности.

Древесная растительность может лишь оказывать косвенное воздействие на процесс эрозии.

Под ее воздействием увеличивается водопроницаемость почвогрунта и уменьшается поверхностный сток, а, следовательно, и смыв почвы; увеличивается влажность почвы на примыкающей к лесу площади и усиливается рост на ней сельскохозяйственных культур; происходит кольматаж ила на участках смытых почв около древесной растительности.

Однако фактические условия колхозно-совхозного землепользования в районах глубоко расчлененного рельефа (с коэффициентом расчленения свыше 1,0) часто не позволяют использовать положительное воздействие этой растительности на ликвидацию смыва и повышение плодородия смытых земель. Прежде всего в районах с глубоко и густо расчлененным рельефом невозможно рационально разместить лесные полосы на коротких и крутых склонах, покрытых сетью древних и современных ложбин. Кроме того, верхняя присетевая полоса, закладываемая между присетевым и приводораздельным фондом, будучи одновременно и полезащитной и снегосборной, будет задерживать большое количество снега внутри себя и по опушкам, вызывая этим вымочки растений возле полосы в период, когда приопушечные сугробы начнут таять. Стекающая же вниз вода по сравнительно крутому (свыше 3°) склону будет сильно смывать почву.

Такие же последствия будет вызывать и та полоса, которой хотели бы придать значение водопоглощающей и перехватывающей стекающую по склону талую воду и которую в этих целях принято было создавать большей ширины.

Наблюдения показали, что такие широкие полосы еще больше, чем полезащитные, накапливают в себе зимой снег и не только не сокращают сток, а, наоборот, еще больше увеличивают его на нижних участках склона, вызывая усиленный смыв почвы.

Не дают пользы и рекомендуемые некоторыми специалистами низкие кустарниковые полосы, располагаемые близко друг к другу

(40-50 м) на пахотных склонах. Такие полосы обычно задерживают около себя наносы снега, препятствуя его распределению между полосами, и способствуют также возникновению смыва ниже полос.

Древесные и кустарниковые полосы могли бы быть полезными, если бы одновременно с их созданием проводилось на окружающей площади равномерное снегораспределение соответствующими приемами, например, различными типами кулис, высоким жнивьем и т.п.; тогда бы снег не откладывался у полос в виде больших сугробов, а равномерно распределялся на окружающих полях, увеличивая их влажность. Летом эта влага защищалась бы от потерь древесными и кустарниковыми полосами, служащими тогда хорошими ветроломами и охранителями влажности полей, а избыточная вода, поступающая на нижележащие полевые угодья, была бы для них полезна, так как усиливала бы рост травяной растительности на смытых присетевых землях, а также кольматаж почвенного ила.

При этих условиях лесные присетевые полосы, посаженные на границе с гидрографическим фондом (около бровки берега сети), благодаря отложению на них снежных наносов, сниженных по высоте равномерным распределением снега на вышележащей части склона, будут не только создавать около себя кольматирующую полосу, но также предупреждать и развитие смыва на нижележащей части склона. При мелиорации щебенистых почв, используемых под пастбище, большие наносы снега у полосы не будут вредны для окружающих участков, наоборот, здесь они окажут большую пользу, способствуя усиленному росту трав, посеянных по щебенистым участкам.

Глава III

ЭРОЗИЯ ПОЧВЫ И БОРЬБА С ЗАСУХОЙ

Влияние глубины расчленения территории на иссушение почвы

В результате стока воды с земной поверхности почва обедняется влагой, что может вызвать возникновение почвенной засухи. Засуха, связанная с эрозией почвы, особенно сильно проявляется *в районах с глубоко расчлененным рельефом*. В таких районах площадь земной поверхности увеличивается, как известно, на 40-50%. Чтобы наметить практические мероприятия для ослабления процесса засухи в условиях глубоко расчлененного рельефа, необходимо предварительно рассмотреть геоморфологические и гидрологические особенности, присущие этим районам.

Воздействие ветра на почву и на ее иссушение особенно резко сказывается на склонах наветренных и менее резко – на склонах заветренных.

В условиях лесостепи и степи наибольший иссушающий вред засуха наносит наиболее инсолируемым склонам (южным и юго-восточным). Они больше иссушаются и от непосредственного большего нагревания их солнцем и в силу более интенсивного стока с них поверхностных вод, связанного с обычно большей их крутизной и более быстрым оттаиванием на них снега. Выделение глубоко расчлененных участков земельной территории проводится по коэффициенту расчленения территории гидрографической сетью. К глубоко расчлененным участкам относятся водосборные площади с коэффициентом расчленения, превышающим $1,0^*$. Выделение опасной в отношении засухи территории можно ограничить участками преимущественно инсолируемых пахотных склонов, как наиболее уязвимых. Такие именно склоны даже и в незасушливые годы страдают от недостатков влаги в почве в силу более смывой, часто мало структурной почвы на них (особенно в

* Последний вычисляется по площадям не свыше 3000 га по картам масштаба не менее 1 : 25000 – 1 : 50000, дающим возможность охватить большую часть разветвленной гидрографической сети.

нижней половине); постоянного сдувания зимой снега с их подножий, а также густой расчлененности их мелкими и крупными ложбинами, перехватывающими стекающую с верхних участков воду и быстро отводящими ее в гидрографическую сеть.

Такие условия на этих склонах приводят к недобору урожая сельскохозяйственных культур. От засухи страдают не только культуры на пахотных склонах, но и луга, сенокосы и выгоны по прилегающим берегам гидрографической сети.

Гидрографическая сеть в виде лощин (рис. 23), суходолов, долин обычно занимает от 10 до 30% земельной территории. В районах с глубоко расчлененным рельефом гидрографическая сеть имеет наибольшие размеры. В силу большой крутизны берегов (занимающих 2/3 поперечного профиля сети) площадь их бывает часто неудобной не только для сенокоса, но и для выгона, и тогда она пускается под лес. Однако в этих районах гидрографическая сеть часто бывает почти единственным естественным кормовым угодьем. Под кормовые угодья используется не менее 1/3 площади сети.



Рис. 23. Гидрографическая сеть в виде лощины (верховье р. Зуши в Орловской обл.). Фото Ю. К. Зографа

Состав растительности на берегах, различно экспонированных к странам света, сильно различается. Берега, обращенные к солнцу, бывают более иссушенными и имеют более бедный травяной покров, который в засушливые годы сплошь выгорает. Противоположные теневые, берега бывают более влажными и имеют более густую растительность (рис. 24).

Помимо более сильного нагревания, иссушению солнечных берегов сети способствует: обычно большая их крутизна по сравнению с противоположными берегами; меньший снежный покров, который при обычных верхних метелях юго-восточных и южных направлений с них

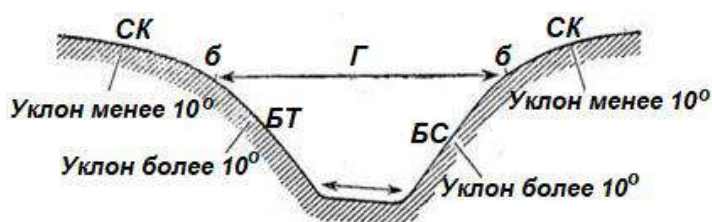


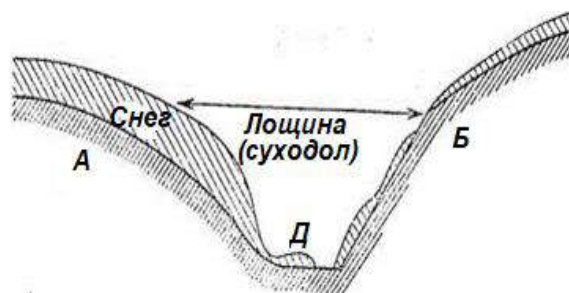
Рис. 24 Элементы гидрографической сети в поперечном профиле:

БС – солнечный берег сети; БТ – теневой берег сети; Д – дно сети; Г – ширина сети между бровками ее противоположных берегов; б – бровка берега сети; СК – склон

кая сеть скопляет внутри себя большие запасы снега, сдуваемого со склонов в период метелей: это количество снега исчисляется в размерах около 1/3 общего количества выпавших за зиму осадков. Чем круче рельеф и гуще гидрографическая сеть, тем больше в ней накапливается снега. Такое явление будет пагубно сказываться в период засухи на урожае сельскохозяйственных культур на пахотных склонах. В этом недоборе снеговой влаги и заключаются отрицательные качества местности с глубоко расчлененным рельефом. Эти качества еще более усугубляются наличием в сети современных эрозионных образований.

Рис. 25. Типичная схема отложения снежного покрова в лощинах и суходолах на открытых (необлесенных) территориях (заштрихованный контур – снежный покров):

А – берег снегозаносимый; Б – берег снегосдуваемый; Д – дно гидрографической сети



сдувается (рис. 25); большая промерзаемость почвы; более интенсивный сток с них поверхностных вод.

Из сказанного следует, что губительное влияние засухи проявляется прежде всего на склонах солнечных экспозиций.

Следует указать, что в открытой, необлесенной местности гидрографическая

Роль современной эрозии в усилении засухи

Рассмотрим, как сказывается на засушливости почвы развитие современной эрозии, возникающей на склонах и в гидрографической сети.

Уже давнишние исследования Новосильской опытной станции обнаружили, что усиленный сток поверхностных снеговых и ливневых вод связан бывает с наличием на пахотных склонах искусственной се-

ти границ землепользования в виде меж, рубежей дорог, разъемных борозд, и чем гуще такая сеть, тем сильнее сток, а отсюда сильнее и обеднение почвы влагой

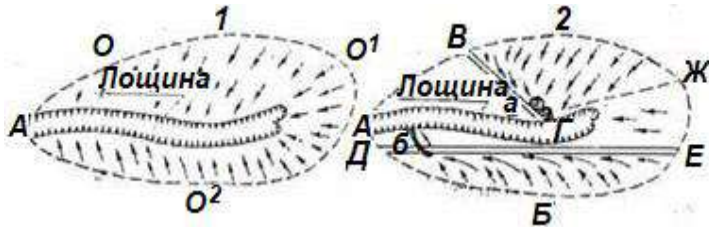


Рис. 26. Влияние границ землепользования на концентрацию стекающих поверхностных вод и возникновение берегового размыва в гидрографической сети:

1 – нормальный, не нарушенный границами землепользования сток поверхностных вод; АОО¹О² – водораздельная линия водосбора лощины в пункте А (стрелками показано направление течения мелких струек воды); 2 – сток поверхностных вод, нарушенный границами землепользования; ВГ и ДЕ – рубежи (или дороги), перехватывающие стекающие воды; ГВЖ и ДБЕ – площади водосбора, с которых сток перехватывается рубежом (или дорогой): а, б – береговые промоины, образовавшиеся под влиянием перехваченной рубежами воды

(рис. 26).

Последние своими разветвлениями способствуют еще более быстрому удалению с поверхности атмосферной влаги и тем самым более интенсивному иссушению склонов. Вместе с развитием глубоких размывов по берегам и дну сети происходит некоторое иссушение по примыкающей к ним площади, но *главный вред от развития канализационной сети границ землепользования проявляется на окружающих сеть склонах.*

Сеть границ землепользования является как бы сетью искусственных каналов, перехватывающих на пахотных склонах мелкие рассеянные по склону струйки воды, переводя их в большие ручьи, текущие в гидрографическую сеть, где они, превращаясь в могучие водные потоки, расчлениают берега и днища сети частыми и глубокими размывами.

Сеть границ землепользования является как бы сетью искусственных каналов, перехватывающих на пахотных склонах мелкие рассеянные по склону струйки воды, переводя их в большие ручьи, текущие в гидрографическую сеть, где они, превращаясь в могучие водные потоки, расчлениают берега и днища сети частыми и глубокими размывами.

В условиях глубоко расчлененного рельефа степной и лесостепной зон потеря снеговой воды от стока может достигать 90% и более всех выпавших за зиму и за период стока атмосферных осадков.

Такие громадные потери весенней влаги, необходимой для развития сельскохозяйственных культур, заставляют серьезно задуматься над этим явлением.

Ранее среди сельского населения центральных областей существовало мнение, что овраги и балки (к которым ошибочно относили не только современные береговые и донные размывы, но и всю древ-

ную гидрографическую сеть) усиливают сток поверхностных вод и дренируют также грунтовые воды, вызывая этим иссушение почвы и засуху, поэтому чем больше «оврагов», иначе говоря, чем гуще расчленена поверхность гидрографической сетью, а также размывами (промоинами и рвами), тем больше она подвержена и иссушению.

Такой взгляд, однако, не соответствует действительности. Прежде всего гидрографическая сеть (лощины, суходолы, долины) представляет нормальный элемент поверхности, выработанный отнюдь не современными водами, а в результате древней послетретичной эрозии, формировавшей основной рельеф местности; она существует везде и не только в степных (засушливых), но и в северных, влажных районах, где засуха почти никогда не бывает. Что касается современных размывов, вызываемых усиленным стоком поверхностных вод, то они бывают обычно разбросаны или по берегам, или по дну гидрографической сети, являясь как бы, «царапинами» на поверхности этой сети, причем там, где эти размывы встречаются, грунтовые (близкие к поверхности) воды чаще всего отсутствуют. Поэтому никакого дренажа таких вод здесь не может быть. Это и понятно, так как сама площадь крутых склонов водосбора, к которой обычно приурочивается современная эрозия (смыв и размыв), препятствует образованию грунтовых вод.

Связь же засухи с эрозией несомненно существует, но совершенно в ином направлении. Гидрографическая сеть сама по себе может, играть громадную роль в удалении выпадающих на ее водосборную площадь атмосферных осадков, которые при концентрации могут вызывать усиленный размыв берегов и дна сети и этим способствовать расчленению их поверхности и прилегающих к ним участков склона, а вместе с тем и их иссушению.

Таким образом, эрозия, вызывающая сток поверхностных вод с водосбора, усугубляет вредные последствия засухи: сток снеговой и дождевой воды с пахотных склонов лишает поля основного запаса весенней влаги.

Влияние на увлажнение почвы лесных насаждений, расположенных на водораздельных склонах

Рассмотрим, как могут отражаться на засухе естественные и искусственные лесные насаждения, произрастающие в районах с глубоко расчлененным рельефом.

Лесные насаждения в зависимости от их размещения на глубоко расчлененной территории могут по-разному воздействовать на эрозионные процессы: снижать или усиливать их отрицательную роль.

Так, располагаясь массивом на приводораздельной части склона, лесное насаждение будет в зимний период скапливать на своей площади снежные массы, поступающие в период метелей с различных сторон. При этом в силу преобладания в лесостепной и степной полосе европейской части СССР верхних метелей южных, юго-восточных и восточных направлений, несущих наибольшие снежные массы, больше всего будет отлагаться снега на опушках лесных насаждений, обращенных на юг, юго-восток и восток (и близких к ним направлений). На этих опушках будут создаваться большие сугробы снега (рис. 27).

Под влиянием таких больших скоплений снега внутри и около такого водораздельного насаждения будет накапливаться много снеговой воды, которая частично может впитываться почвогрунтом на прилегающей узкой приопушечной полосе открытого склона, частично может стекать по склону.

Снеговая вода, накопленная внутри приводораздельного насаждения, не будет увлажнять почвы прилегающих полей; вода же при-

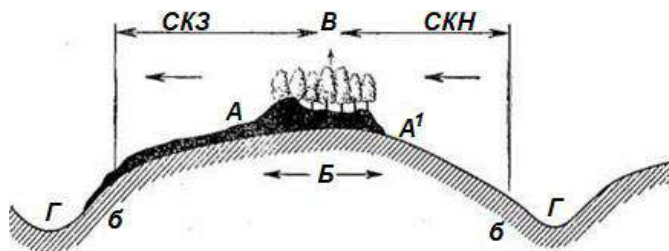


Рис. 27. Схема скопления снежного покрова в лесном насаждении, расположенном на приводораздельном участке склона:

В — лесные насаждения на водоразделе; *СКЗ* — заветренный (по отношению к господствующим снежным метелям) склон; *СКН* — наветренный (снегосдуваемый) склон; *Б* — приводораздельный участок склона, сильно увлажняемый снеговой водой; *А* и *А'* — приопушечные полосы (50-150 м), усиленно увлажненные водой снежных сугробов; *б* — бровки берега гидрографической сети; *Г* — гидрографическая сеть

опушечного снежного наноса на узкой полосе, ближайшей к опушке, будет сильно переувлажнять почву и в большей своей части будет мало полезной (иногда даже вредной) для полевых культур. И только участок поля, располагающийся примерно на расстоянии от 50 до 150 м от опушки, будет находиться в более благоприятных условиях увлажнения и к тому же достаточно хорошо охраняться от иссушения лесным насаждением. Участок полезного увлажнения приопушечными снеговыми скоплениями будет, однако, значительно со-

кращаться при увеличении крутизны приводораздельного склона и при уменьшении вместе с тем длины его по линии стока.

Когда снеговой запас будет сосредоточиваться в наибольшей массе около насаждения, тогда при его таянии может происходить развитие мелкоструйчатого размыва на нижележащей части пахотного склона и особенно на его солнечных экспозициях, где более быстро идет таяние снега.

Таким образом, снеговая увлажнительная роль приводораздельных насаждений на крутых пахотных склонах может быть не столько положительной, сколько отрицательной, так как образуется интенсивный сток при таянии больших приопушечных снежных наносов, вызывающий развитие эрозии, обеднение почвы питательными элементами, ухудшение ее структуры и иссушение.

Аналогичные процессы будут происходить и при размещении на таких склонах полезащитных насаждений. Причем сколько-нибудь заметного снижения отрицательных явлений не даст здесь ни ширина, ни высота, ни конструкция насаждения, ибо размер снежных скоплений на склоне зависит главным образом от расстояния лесной полосы от бровки берега, обращенного в сторону метелистых ветров (обычно на юг, юго-восток и восток). Чем ближе к такому берегу будет эта полоса, тем меньше будет снежный нанос внутри полосы и около нее. Высота же насаждения мало влияет на накопление снега. Как показали наблюдения Новосильской опытной станции и железнодорожных организаций, наиболее насыщенным снегом бывает приземный слой насаждений высотой около 0,8-1,0 м.

Что же касается конструкции полосы, то представление о полезной роли ажурных и продуваемых полос может оправдываться лишь тогда, когда за такими полосами будет проводиться специальный уход: прочистки, прореживание. Если такие насаждения оставить без прореживания нижних сучьев, то к их опушке может быть нанесен ветром слой бурьяна или оставшейся на поле соломы. Этот слой может создать у полосы преграду высотой 1 м, отчего полоса станет снова снегосборной. Если же, наоборот, такую полосу сильно изредить (путем создания широких в ней междурядий), то она без ежегодной культивации быстро зарастет внутри сорной растительностью и как нормальная полезащитная лесная полоса перестанет действовать.

Влияние на увлажнение почвы лесных насаждений, расположенных по гидрографической сети

Совершенно по-другому в отношении эрозии и засухи будет проявляться роль лесных насаждений, расположенных вблизи или в пределах гидрографической сети.

Здесь могут встречаться четыре типа размещения лесных насаждений (рис. 28).

I. Прибрежные (полосные и массивные), располагающиеся на присетевой части водосбора, вплотную около бровки* берега гидрографической сети;

II. Береговые (полосные или сплошные) по скату берега гидрографической сети (ниже его бровки);

III. Донные по днищу гидрографической сети;

IV. Насаждения по крутым откосам современных размывов.

Насаждения прибрежные, располагаясь изолированно (выше и ниже) от насаждений на открытых склонах, являются такими же соби-

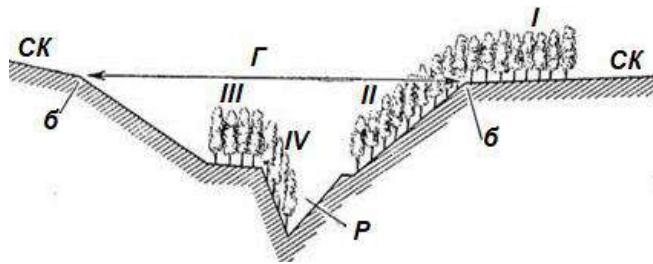


Рис. 28. Размещение по поперечному профилю гидрографической сети различных типов лесонасаждений:

I – насаждения прибрежные на присетевой части склона (крутизной менее 10°); II – насаждения береговые (по берегу сети крутизной свыше 10°); III, IV – насаждения донные (по неразмытому и размывому дну сети); СК – прилегающая к берегу часть склона; б – бровка берега сети; Р – донный размыв; Г – гидрографическая сеть

рателями снега, как и описанные выше насаждения на пахотных склонах, но они, однако, дают иное направление процессам увлажнения и стока снеговой воды. Снежные наносы на опушке, обращенной к оси гидрографической сети (рис. 29), при своем таянии увлажняют прилегающий крутой откос берега, усиливают рост произрастающей на нем растительности, и притом в наибольшей степени на берегах заветренных, где нередко создается буйная растительность; на берегах же наветренных увлажнение бывает значительно слабее.

*Бровкой берега обычно является границы крутой (свыше 10°) части берега сети, на которой кончается пахотная часть прилегающего склона и обычно создается выступающая напашь.

Берега сети, прилегающие к прибрежным лесным насаждениям заветренных склонов, в значительной степени застрахованы от действия засухи; они меньше других берегов податливы и смыву благодаря более густо развивающемуся на них травяному покрову. Такие берега являются одновременно и сильно кольматирующими, задерживающими плодородную почву, смываемую водой с вышележащих участков склона.

Что же касается наветренных берегов сети, то таких благоприятных условий для увлажнения их не создается, и травяная растительность на них от засухи не застрахована. На опушках прибрежных насаждений, обращенных к полю, снежные сугробы в наибольшей массе будут откладываться, как и в первом случае, на склонах наветренных к метелям, причем здесь эти отложения будут иметь максимальные размеры, охватывая широкую полосу пахотного участка. Это может создать нежелательные явления избыточного увлажнения на приопушечной площади шириной примерно около 20-50 м. За пределами же этой избыточно увлажняемой полосы большие снежные скопления в засушливые годы могут обеспечить влагой участок шириной примерно до 100 м, но дальше от опушки благотворное влияние снежных скоплений уже будет снижаться.

Насаждения береговые (рис. 30) могут быть сплошными и полосными. Насаждения сплошные в сущности большого влияния на увлажнение прилегающих пахотных угодий оказывать не могут. Снег, попавший в эти насаждения, почти полностью фиксируется в них, а тающая его вода сплошь почти поглощается почвой насаждений и подстилающим грунтом, частично лишь давая небольшие потоки на нижележащую часть берега и на дно гидрографической сети. Там этими потоками может увлажняться произрастающая растительность. Такого влияния на увлажнение вышерасположенных по склону участков эти насаждения оказать не могут, за исключением увлажнения узкой полосы, непосредственно примыкающей к опушке.

Значительно больший увлажнительный эффект от береговых насаждений может быть в тех случаях, когда они будут размещаться в виде одной или нескольких узких полос. В таких случаях в засушливые годы будут создаваться между полосами весьма благоприятные условия для кольматажа, увлажнения и защиты почвы от летнего иссушения ветрами. Такое размещение лесных полос будет предупреждать и размыв берегов стекающей водой.

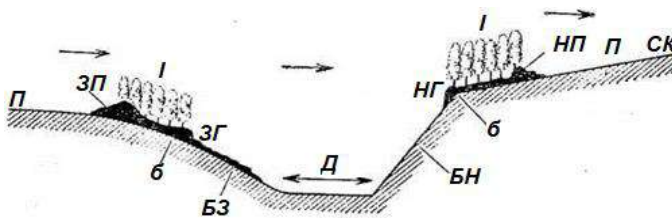


Рис. 29. Размещение снежных сугробов около прибрежных (I) лесонасаждений на наветренном (снегосдуваемом) и заветренном (снегозаносимом) склонах:

б – бровка берега сети; БН – наветренный (снегосдуваемый) берег; БЗ – заветренный (снегозаносимый) берег; П – открытое поле на прилегающем склоне; НП – опушка леса на наветренном склоне, обращенная к открытому полю; НГ – опушка на том же склоне, обращенная к берегу сети; ЗП – опушка на снегозапасимом склоне, обращенная к полю; ЗГ – опушка, обращенная к берегу сети; СК – склон; Д – дно гидрографической сети (стрелками указано направление господствующих метелей)

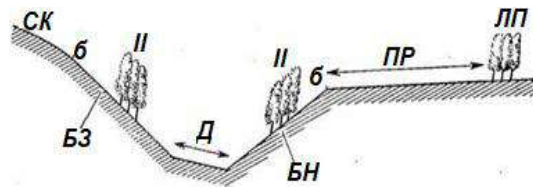


Рис. 30. Размещение полосных береговых (II) лесонасаждений:

БН – берег наветренный к господствующим метелям; БЗ – берег заветренный; СК – склон; б – бровка берега сети; Д – дно гидрографической сети; ЛП – лесная полоса на границе прisetевого и приводораздельного фонда; ПР – прisetевая часть склона

Наибольшую пользу от насаждений можно ожидать на берегах наветренных к зимним метелям (южных, юго-восточных и восточных экспозиций); на берегах же заветренных экспозиций (северо-западных, северных и западных), заносимых зимой большими сугробами снега, необходимо в целях предупреждения возможного снеголома полос создавать за бровкой берега добавочные (одну или две) узкие снегосборные полосы для перехвата ими значительной части снежного наноса.

Насаждения донные встречаются редко, так как в большинстве случаев днище сети бывает часто захвачено современным растущим размывом, сужающим место для лесной растительности. Там же, где такие насаждения имеются, они способствуют увлажнению дна и прилегающей нижней части берега и замедляют рост донного размыва, улучшая на нем рост травяного покрова.

Снижая скорость ветра вдоль гидрографической сети, донные насаждения защищают дно и берега сети от иссушения, а в соединении с береговыми узкими полосами способствуют в засушливый период сохранению влаги по берегам и улучшению находящихся на них сенокосных и пастбищных угодий.

Насаждения по крутым откосам современных размывов. Современные размывы, каких бы видов они ни были, сами по себе в той или иной степени иссушают окружающий их грунт, хотя и на небольшой ширине (около глубоких размывов – не более 5-6 м от края размыва); тем не менее и это затрудняет зарастание крутых откосов травяной растительностью. *Травяная растительность на солнечных экспозициях размывов в степных районах может отсутствовать подряд много лет, несмотря на прекращение глубинного роста этих размывов.*

Можно считать правилом, что не защищаемые ничем откосы размывов солнечной экспозиции обнажают покровную (лессовую) или коренную породу, тогда как противоположные откосы бывают в большей или меньшей степени покрыты травяной растительностью*.

Сдуваемый зимой с открытых полей в размывы снег полностью в них остается, большая часть талой воды просачивается в грунт или испаряется в атмосферу.

Между тем созданная около бровки размывов и по их откосам лесная растительность может принести ощутимую пользу, так как благодаря ей образующаяся в размывах снеговая вода будет использована на повышение роста древесной и травяной растительности.

Отенение лесными насаждениями солнечных, обнаженных откосов будет способствовать их задержанию и остановке дальнейшего роста. Перехват же насаждениями поступающих к размывам снежных наносов и отложение их *за откосами размывов* повысит при таянии снега влажность окружающих угодий и предотвратит их иссушение.

Особенно полезна бывает роль лесной и травяной растительности в защите от подмыва необлесенных крутых откосов древних донных размывов третьего цикла послетретичной эрозии, рост которых бывает связан главным образом с уничтожением древнего растительного покрова, произраставшего на таких эрозионных образованиях.

Практические мероприятия для борьбы с засухой в условиях расчлененного рельефа

Общее между эрозией и засухой заключается в том, что в условиях глубоко расчлененного рельефа интенсивность обоих явлений связана с усиленным стоком поверхностных вод, приводящим к

*Состояние откосов современных размывов даже дает возможность ориентировочно определять страны света.

большим потерям влаги почвой и снижающим в результате урожайность сельскохозяйственных культур.

В местностях со слабо расчлененным рельефом вредное влияние засухи связано главным образом с недостатком атмосферных осадков, выпадающих в период вегетации растений и накопленных ранее; в районах же с глубоко расчлененным рельефом к этому добавляются и большие потери влаги весной от стока, а также влаги осенних дождей. Поэтому мероприятия по борьбе с засухой в местности с глубоко расчлененным рельефом должны быть направлены и на борьбу с эрозией.

В условиях глубоко расчлененного рельефа, основными мероприятиями, направленными на увеличение запаса влаги в почве, будут:

- а) равномерное распределение снежного покрова путем предотвращения его сдувания с пахотных склонов;
- б) возможно большее задержание и сохранение снеговых, дождевых и ливневых вод на пахотных склонах.

Распределение снега. В равномерном распределении снежного покрова наиболее нуждаются склоны, обращенные в сторону зимних метелистых ветров (юго-восточные, восточные и южные), так как с них зимой особенно сильно сдувается снег.

На таких ветроударных склонах должны применяться различные способы задержания снега:

- 1) оставление с осени высокого жнивья (высотой до 30 см) сплошь по всему полю или полосами шириной 2-5 м.

Лучшие результаты в равномерности распределения снега дает оставленное на поле жнивье в виде перекрестных полос, которые могут создавать препятствие для ветров всех направлений, тогда как при параллельных рядах значительная часть снега может продуваться между рядами;

- 2) посев (после снятия урожая озимой или яровой культуры) пожнивных культур (горчицы) с оставлением на зиму стерни этих культур;

- 3) проведение крестования пахотных склонов, намечаемых под посев яровых или под пар (рис. 31).

Опыт показывает, что создаваемая крестованием сеть выступающих перекрестных почвенных борозд и валиков может более полно задерживать снег, тогда как одни параллельные борозды и валики не дают таких результатов. Крестование, кроме того, препятствует и выдуванию почвы;



Рис. 31. Крестование пахотных склонов для задержания снеговых вод (участок Новосильской опытной овражной станции в 1937 г.). Фото Д. И. Тимофеева

4) применение кулис высокостебельных растений (кукурузы, сорго, подсолнечника), рекомендуемых для снегозадержания в равнинных районах. Для районов с глубоко расчлененным рельефом этот прием необходимо обязательно сочетать с проведением *тщательного распыления стока*, путем поделки частых перекопов разъемных борозд с обеих сторон кулис. Без таких перекопов стекающая с полей снеговая и ливневая вода может пойти по бороздам и образовать большие потоки, вызывая этим смыв и размыв почвы ниже кулис.

Рекомендуемое иногда для равномерного снегораспределения создание постоянных кулис из кустарников нельзя считать полезным для условий крутых эродируемых склонов, ибо, помимо того, что такие кулисы отнимают у полевых культур часть пахотной земли, они, вырастая до высоты 1 м, собирают около себя мощные наносы снега, которые весной, оттаивая, образуют не только вредные вымочки растений, но и большие потоки воды ниже кулис, вызывающие развитие смыва, мелко струйчатого размыва, а иногда даже появление на пашне промоин.

Что касается дощатых или же щелевочных щитов (железнодорожного типа), рекомендуемых для снегозадержания, то в условиях широкого их применения на пахотных полях этот прием вряд ли может быть экономически выгоден и полезен.

Полеззащитные полосы и их роль. В связи с вопросом о равномерном распределении снега на пахотных полях необходимо выявить и роль в этом отношении полеззащитных лесных полос.

Выше было сказано, что чем шире лесная полоса, тем больше она скапливает внутри и около себя снежных сугробов, причем мощность последних будет зависеть от расположения самого склона по отношению

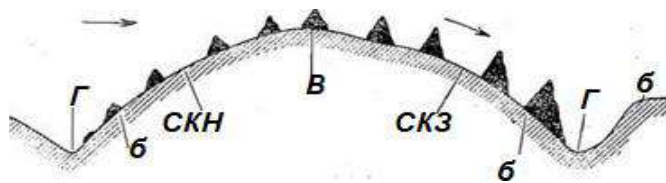


Рис. 32. Изменение мощности снежного покрова, задерживаемого преградами (узкими кустарниковыми полосами или снегоборными щитами), размещенными на различных частях снегосдуваемого и снегозаносимого склона:

В – водораздельный пункт; *СКН* – склон наветренный (снегосдуваемый); *СКЗ* – склон заветренный (снегозаносимый); *б* – бровки берега сети; *Г* – гидрографическая сеть

нию заветренного склона, около которого мощность его будет наибольшей.

Поэтому наносы у полос на наветренном склоне будут давать меньше снеговой воды и раньше оттаивать, чем наносы на соседнем заветренном снегозаносимом склоне, где они будут давать наибольшую массу талой воды, позже оттаивать и позже освободить от снега приполосную площадь.

Увеличение снежного покрова и размер скапливаемой им влаги на склонах снегозаносимых (северных, северо-западных и западных) идет за счет переноса к ним снега с соседних снегосдуваемых склонов, поэтому для равномерного распределения снега и обеспечения влагой снегосдуваемых склонов необходимо возможно больше задержать снега на снегосдуваемых (наветренных) склонах.

Такое регулирование снегоотложения может быть выполнено прежде всего путем создания плотной лесной полосы (шириной 10-20 м) в основании снегосдуваемого склона (по границе гидрографического и присетевого фонда). Эта полоса будет перехватывать снежный поток, зарождающийся на нижележащем берегу гидрографической сети, за счет приземного снежного потока и за счет более высоких, но более разреженных потоков.

Большой опасности от возникновения на берегу гидрографической сети около лесной полосы и ниже ее вредных вымочек от таяния приопушечных сугробов и смыва от талых вод здесь не будет, ибо с

к зимним ветрам, а также от расположения полосы на этом склоне (рис. 32).

Самая меньшая мощность снежного скопления будет у полосы, заложеной в основании наветренного склона; отсюда мощность полосного сугроба будет увеличиваться по направлению к водораздельной линии. При переходе на противоположный склон (заветренный) сугроб у полос будет увеличиваться по мере приближения к основа-

нижней стороны такой полосы поверхность почвы будет защищена береговым луговым или лесным угодьем, а с верхней стороны в эродированных районах почти всегда будет находиться территория почвозащитного севооборота с большим количеством травяных угодий. Кроме того, большое отложение снега около верхней опушки лесной полосы может быть полезно и в смысле некоторого удлинения периода таяния снега, что будет предупреждать развитие смыва от талых вод, подтекающих с вышележащего (раньше освобождающегося от снега) склона.

Такое же назначение может иметь и вторая полоса, располагаемая на снегосдуваемом склоне, по границе между присетевым и приводораздельным фондом; она, как и первая, будет также перехватывать большую массу снежного потока, движущегося по этому склону. Однако здесь ее воздействие не может быть таким полным, как на первой полосе, так как сдуваемая к этой полосе снежная масса будет больших размеров (в силу большей площади межполосного промежутка между нею и нижележащей полосой), однако ввиду размещения этой полосы на сельскохозяйственной площади нельзя создать ее значительной ширины и превращать в объект скопления больших сугробов. Для предупреждения большого скопления снега внутри такой полосы ширина ее должна быть не более 10-20 м. Состоять она должна из высокодревесных пород и кустарников, позволяющих перехватывать и верхние и нижние слои снежного потока.

Отрицательная же роль приопушечных вымочек, наиболее опасных с нижней стороны полосы, может быть ликвидирована закладкой узкой луговой полосы (шириной 30-40 м), воспринимающей наибольшую массу воды тающего сугроба. Отрицательное же влияние остальной (менее мощной) массы приопушечного сугроба на участке, занятом почвозащитным севооборотом, располагающимся ниже лесной полосы, будет снижаться наличием на нем травяных участков, не страдающих от избытка влаги, но препятствующих развитию на них процессов смыва и мелкоструйчатого размыва.

В большинстве случаев описанными выше двумя лесными полосами и приходится ограничиваться при создании заслона от метелей на снегосдуваемых склонах. При этом не всегда может быть достигнуто полное задержание снежного потока, двигающегося по снегосдуваемому склону. Часть его будет переходить на соседний заветренный склон и здесь отлагаться.

Для полного перехвата,двигающегося по снегосдуваемому склону снежного потока одних только мероприятий лесомелиоративного характера недостаточно: они должны быть дополнены *агронамическими мероприятиями*: применением на полях между полосами прерывистого и перекрестного бороздования, ячеистой пахоты (лункования), оставлением высокого жнивья (сплошного или полосного), кулис высокостебельных растений (пригодных для данного района), посевом пожнивных культур. При этом чем ближе участок к основанию сдуваемого склона, тем полнее эти мероприятия должны проводиться.

Мероприятия на приводораздельной части наветренного склона. Рассмотрим, какие же мероприятия необходимы на остальной, большей части наветренного (снегосдуваемого) пахотного склона, выше верхней границы присетевого фонда. Так как севообороты здесь содержат мало трав, а часто не содержат совсем, а мощность снежного потока, проходящего здесь по склону, может быть значительно большей, чем на присетевом фонде, то и отложение здесь больших сугробов около полос будет еще менее желательным, чем на присетевой части склона.

В условиях лесостепной, более влажной, зоны на таких приводораздельных склонах для ликвидации сугробов можно обойтись и без закладки лесных полос, и только в случае большой длины склонов (более 400 м) на них следует заложить одну добавочную узкую кустарниковую полосу (по типу аналогичной полосы присетевого фонда), примерно на расстоянии 150-200 м от верхней полосы присетевого фонда. Главное же внимание для достижения равномерного снегоотложения здесь должно быть обращено на агрономические мероприятия.

Что же касается склонов заветренных (снегозаносимых), то в лесостепной зоне такие склоны всегда бывают достаточно насыщены снегом, поэтому и нужды в специальных снегонакопительных мероприятиях здесь нет, за исключением закладки лесной полосы по границе присетевого и гидрографического фондов*, создаваемой не столько для увлажнения прилегающего пахотного участка присетевого фонда, сколько для предупреждения отложения больших сугробов снега на *прилегающем берегу* сети, где от навалов снега могут страдать закладываемые лесные или садовые культуры. Что же касается агрономических приемов снегозадержания, то они нужны здесь главным образом в целях использования влаги проходящих снежных потоков, не задержанных на снегосдуваемом склоне.

* Полосы, соответствующей обычно бровке берега гидрографической сети.

Эти потоки могут бесполезно перенестись в гидрографическую сеть и притом на снеготранспортируемые ее берега, где снеговой запас зимней влаги и без того бывает большим.

В степной сухой зоне, где недостаток влаги может в период засух сказываться особенно губительно на росте сельскохозяйственных культур, сохранение и увеличение запасов зимней влаги должно быть главной задачей агролесомелиоратора.

В этой зоне приемы перехвата снежных потоков должны применяться не только на присетевых и приводораздельных частях снеготранспортируемых склонов, но и на обеих частях склонов снеготранспортируемых экспозиций, которые часто бывают обеднены снегом.

Задержание стока. Одним равномерным распределением снега нельзя добиться увеличения запаса почвенной влаги в районах с глубоко расчлененным рельефом, подверженных интенсивной эрозии. В этих районах необходимо также и равномерное *распределение воды* тающего снега, а также воды атмосферных осадков.

В этом отношении значительная часть вышеперечисленных агрономических приемов равномерного снегораспределения может предупреждать и стекание воды с поверхности. К таким приемам можно отнести прерывистое бороздование, крестование и ячеистую пахоту, которые не только задерживают передвигающийся по поверхности снежный поток, но и препятствуют стоку его воды. В известной мере талую снеговую воду может задерживать также и густой травяной покров, равномерно отложивший на себе снег.

Особенно сильно могут перехватывать талые воды, текущие по граничным разъемным бороздам, по ложбинам и напашам, *распылители стока* в виде частых перекопов меж, разъемных борозд, прокопов, выступающих рубежей и напашей, сбросовых валиков по ложбинам и т. д.*

На обычных приемах сохранения влаги – глубокой пахоте, культивации, борьбе с сорняками и др., входящими в основной комплекс мероприятий по борьбе с засухой, останавливаться здесь не будем. Эти приемы обязательны для всех засушливых районов, также и для районов с глубоко расчлененным рельефом. Но здесь такие приемы должны проводиться с большей тщательностью, диктуемой своеоб-

*См. А. С. Козменко. Борьба с эрозией почвы. Сельхозгиз, 1957, стр. 199, 200, 201 и 202.

разными условиями рельефа. Рассмотрим здесь лишь вкратце рекомендуемые некоторыми специалистами приемы задержания воды путем поделки на пахотной поверхности различного рода невысоких валиков и террасок, способствующих будто бы большему задержанию атмосферных осадков, и не только выпавших на данную площадь, но и подтекающих с вышележащих участков пахотного склона.

Наблюдения показали, что большинство параллельных гребней, создаваемых обычным или плантажным плугом на пашне в условиях сильно эродируемого рельефа, как правило, весной при снеготаянии и летом при ливнях прорывается. Кроме того, они легко поддаются размыву вследствие их промерзания зимой и расплывания весной при оттаивании.

Для предупреждения стока насыпь валика не может играть большой роли в задержании стекающей воды; эту роль могут выполнять *борозды* или земляные выемки около валиков.

Нужно, кроме того, отметить, что рекомендации проводить валики по горизонталям практически невыполнимы, так как границы полевых участков (параллельно которым и должны идти такие валики) в условиях крутого глубоко расчлененного рельефа не могут проводиться по горизонталям, так как горизонтالي не идут параллельно друг другу, а всегда сближаются с переходом от приводораздельных участков к основанию склона, не говоря уже об их извилистости от частых ложбин на склоне.

Искусственные водоемы в борьбе с засухой. В период сильнейшей засухи, постигшей европейскую часть России в 1891-1892 гг., многие специалисты выдвигали тогда в качестве меры борьбы с засухой мероприятия по борьбе с «оврагами», считая эти эрозионные образования одними из виновников засухи; причем к оврагам относили не только различного вида размывы и промоины, но и всю, называемую «балками», древнюю гидрографическую сеть (лощины, долины), являющуюся *повсеместным нормальным элементом рельефа*, созданным в давно прошедший, послетретичный, период жизни нашей территории деятельностью громадных водных потоков от тающих снежных скоплений. Отсюда был сделан тогда и неправильный практический вывод, что для борьбы с «оврагами» необходимо их запруживать и использовать воду образующихся прудов для орошения полей в периоды засух.

Такая концепция являлась неправильной и в своей основе, и в своих практических выводах, касающихся мероприятий по ликвида-

ции последствий засухи. Прежде всего следует иметь в виду, что гидрографическая сеть (в виде лощин, долин, суходолов) не является вредным «болезненным» образованием и не имеет ничего общего с современными размывами, возникающими по дну и берегам этой гидрографической сети в результате нерациональной деятельности человека. В силу этого и борьба с гидрографической сетью не имеет никакого смысла, тем более, что эта сеть представляет собой почти всюду необходимые для хозяйства естественные луговые или лесные угодья. Что же касается *современных размывов*, то ликвидация их должна проводиться специальными фитомелиоративными приемами: созданием лесных полос около размывов, различными приемами распыления потоков, подходящих к размывам, и т. п. Устройство же на таких растущих размывах водоемов является совершенно бессмысленным, так как один взгляд на них говорит, что никакого полезного водоема в узкой глубокой промоине с отвесными, обычно обнаженными откосами создать невозможно.

Таким образом речь может идти только о *запруживании лощин и долин, являющихся звеньями древней гидрографической сети*. Но запруживание таких элементов рельефа экономически целесообразно лишь в неэродированных районах, где большая часть гидрографической сети представлена звеньями с ровным и широким дном, с пологими берегами, не имеющими современных размывов. В этих районах пруды могут получиться широкими и разливыми, мало заиляемыми; в условиях же глубоко расчлененного рельефа, являющегося обычно очагом сильнейшей эрозии, создание прудов в гидрографической сети сопряжено с большими трудностями. В таких районах этому будет препятствовать прежде всего крутой уклон большинства днищ верхних звеньев гидрографической сети как лощин, так и суходолов (где только и возможно создавать пруды). В силу этого даже и при высоком подъеме плотины прудовые водоемы получают здесь весьма короткими, малообъемистыми и быстро заиляющимися смываемой с окружающих полей почвой. Помимо всего, интенсивный сток здесь поверхностных весенних и ливневых вод требует устройства при прудах весьма дорогостоящих прочных водоспускных сооружений, без которых плотины могут быть прорваны.

Кроме того, устройство прудов в районах, подверженных интенсивной эрозии, осложняется еще и тем, что здесь крутое дно почти всегда бывает прорезано современным донным размывом (рис. 33). Этот

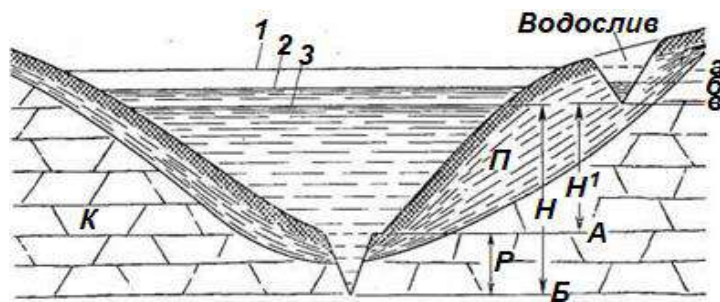


Рис. 33. Грунтовые условия создания пруда в районах, подверженных интенсивному размыву:

H – высота порога водослива над уровнем неразмытого дна сети ниже плотины; H^1 – высота порога водослива над уровнем донного размыва; P – глубина размыва; K – коренная порода; Π – покровная порода; 1 – гребень плотины; 2 – уровень высокой воды; 3 – уровень воды пруда в межень; a – уровень гребня водослива; $б$ – высокий уровень воды; $в$ – порог водослива; A – уровень дна гидрографической сети; $Б$ – уровень дна размыва

размыв часто обнажает водопроницаемую коренную породу: песок, трещиноватый известняк или песчаник. В результате не будет устойчивости уровня воды в пруде или потребуются добавочные расходы, связанные с излишним поднятием порога водослива.

Условия использования воды таких прудов для орошения также обуславливают их нерентабельность, так как в этих районах необходимо на значительную высоту поднимать воду на орошаемые участки и сооружать густую оро-

сительную сеть с большими уклонами, вызывающими ее размыв.

Таким образом, выдвигаемая часто многими гидротехниками мысль о создании прудов в звеньях гидрографической сети *в условиях крутого, глубоко расчлененного рельефа*, подверженного эрозии, является совершенно неприемлемой.

Возникает вопрос, каким же путем в районах с глубоко расчлененным рельефом можно использовать воду зимних осадков для орошения сельскохозяйственных культур?

Следует отметить, что вообще приемы орошения сельскохозяйственных полей водой местного стока, задерживаемого плотинами прудов в гидрографической сети, нельзя признать рациональными. В самом деле, при создании водоемов в гидрографической сети мы позволяем воде тающих снегов и ливней стекать *без всякой пользы* в гидрографическую сеть, задерживаем ее плотинами, а затем эту же накопленную у плотин воду местного стока снова поднимаем для орошения на те же склоны, с которых она стекла.

Было бы более рациональным не допускать стока этой воды в гидрографическую сеть, а использовать ее для орошения на тех склонах, где она выпала.

Таковыми приемами использования воды стока для увлажнения полей могут быть описанные выше: крестование, прерывистое бороздование и лункование. Однако одними такими приемами нельзя достичь перехвата воды на всем пахотном склоне, от водораздела до основания склона, так как на части склона могут находиться такие культуры, как озимые или травы, на которых применять водозадерживающие приемы обработки невозможно. Поэтому для таких участков необходимы дополнительные приемы увлажнения. Например, создание на приводораздельных участках водозадерживающих валов высотой до 1 м с отводом воды на орошаемые площади.

В заключение отметим, как отражается на развитии эрозии влажность почвогрунта. Сравнение условий развития процессов эрозии в различных климатических зонах показывает, что интенсивность эрозии усиливается по мере перехода от более влажной зоны к более засушливой, и, наоборот, она ослабляется по мере перехода от засушливой зоны к влажной. Подтверждением этому может служить уменьшение размывов берегов и днищ сети по мере перехода от лесостепной зоны к лесной. Так, в пределах влажного района Клинско-Дмитровской гряды (расположенной в 60-100 км к северу от Москвы), несмотря на наличие в этой местности глубоко расчлененного крутого рельефа, не уступающего рельефу лесостепных районов, размывы гидрографической сети встречаются сравнительно редко и не достигают значительных размеров. Характерным здесь является и то, что распашка крутых берегов гидрографической сети не вызывает тех катастрофических явлений смыва и размыва, которыми сопровождается она в более южных, степных районах.

Объясняется все это не столько непосредственным влиянием повышенной влажности почвогрунта на задержание процессов эрозии, сколько влиянием на этот процесс растительности, усиленно развивающейся при увеличении влажности почвогрунта и тем самым препятствующей развитию на нем процессов смыва и размыва. Возникающие здесь размывы быстро ликвидируются этой растительностью. Становится понятным, почему и в более южных районах на тех участках гидрографической сети, где выклиниваются грунтовые воды, размывы или совершенно отсутствуют, или встречаются в виде заросших травой (обычно болотной) следов ранее бывших здесь эрозионных образований. Точно так же и на оползневых берегах гидрографической сети, даже и в районах сильно эродированных, размывов

почти не бывает. Они быстро затухают от выклинивания грунтовой воды и появления болотной растительности.

Аналогичные явления можно наблюдать и в южных горных районах, например, на Черноморском побережье Кавказа, в полосе Туапсе-Батуми. Благодаря громадному количеству выпадающих здесь атмосферных осадков (до 2000 мм) грунты бывают в этой местности насыщены влагой, что при наличии здесь же избытка солнечного света и тепла создает хорошие условия для бурного развития растительности, которая не дает возможности интенсивно развиваться эрозионному процессу. В этих районах сравнительно безболезненно горные склоны осваиваются под сады и виноградники.

Глава IV

**КОРМОВЫЕ УГОДЬЯ В РАЙОНАХ
С ГЛУБОКО РАСЧЛЕНЕННЫМ РЕЛЬЕФОМ**

Гидрографическая сеть как лугопастбищное угодье

Естественные кормовые угодья в большинстве случаев занимают полностью или частично площадь гидрографической сети.

Рассмотрим природные условия, сложившиеся на отдельных элементах гидрографической сети.

Самые верхние (концевые) звенья сети – *ложбины* имеют пологое и широкое днище, а также пологие берега. Почти вся площадь ложбин может быть использована под лугопастбищное угодье. В направлении к следующему звену – *лощине*, имеющей более резко выраженные берега, кормовое угодье по качеству изменяется. По дну и по берегам теневой экспозиции качество травостоя такое же, как в ложбине, а на противоположном, более крутом берегу солнечной экспозиции ввиду незначительного гумусного горизонта, а нередко и близкого залегания коренной бесплодной породы травостой бывает изреженным. Такое кормовое угодье не всегда может быть использовано под сенокос и чаще используется под выгон.

В нижележащем *суходольном звене* солнечный берег получает еще большую крутизну и высоту. На нем часто обнажается коренная порода. Такой берег становится непригодным не только под сенокос, но и под выгон. Он может использоваться лишь под лес.

Перечисленные элементы территории (ложбины, лощины и суходолы), охватывая более 90% протяжения гидрографической сети, *представляют основную массу естественных угодий*; что же касается более низкого звена сети – долины, то это звено, занимая всего лишь 7-8% сети, как сельскохозяйственное угодье может быть использовано только частично. Пойма речной долины может быть использована под луговое угодье; берега же в долинном звене крутые и высокие, часто имеют обнажения бесплодных, каменистых или песчаных грунтов и поэтому остаются неиспользованными под кормовое угодье. Более крутые бере-

га используются под лес, менее крутые берега, при наличии на них хорошей почвы, используются под пахотное угодье или под сад.

Таким образом, основными кормовыми угодьями является группа верхних звеньев гидрографической сети. Из сказанного выше относительно связи расчлененности рельефа с размером площади, занимаемой гидрографической сетью, можно заключить, что с переходом от районов, слабо расчлененных сетью (с коэффициентом расчленения менее 1,0) к районам более густо расчлененным должна, с одной стороны, увеличиваться площадь возможного использования гидрографической сети под лугопастбищные угодья. Вместе с тем в связи с увеличением в том же направлении глубины сети и крутизны берегов должна увеличиваться и площадь, обращаемая под лес. Нередко лес занимает всю площадь гидрографической сети. Такая трансформация луговых угодий в пределах гидрографической сети еще больше усиливается от возникновения в гидрографической сети современной эрозии, создающей еще более трудные условия для решения кормовой проблемы.

Процессы размыва в пределах гидрографической сети и влияние их на состояние кормовых угодий

Как нам известно, гидрографическая сеть образовалась в послетретичный (ледниковый) период. В последующий период под воздействием естественной травяной и лесной растительности внешний контур гидрографической сети и прилегающих к ней склонов был окончательно фиксирован и оставался неизменным до поселения в данной местности человека, начавшего земледельческую культуру. С развитием земледелия, сопровождавшегося вырубкой лесов, уничтожением травяной растительности и распашкой почвы, стал усиливаться поверхностный сток, повлекший за собой размыв берегов и дна гидрографической сети и смыв почвы.

В результате размыва поверхность берегов и дна начала расчленяться промоинами и рвами на небольшие участки, нарушая этим условия нормального использования травяных угодий гидрографической сети (рис. 34 и 35).

Теперь хорошо известно, что чем гуще и глубже расчленена земельная территория гидрографической сетью, тем интенсивнее может идти на ней процесс размыва. Расчлененность местности с коэффици-

ентом более 1,5 гидрографической сети донными и береговыми размывами делают сеть непригодной для использования не только под луг, но и под выгон.

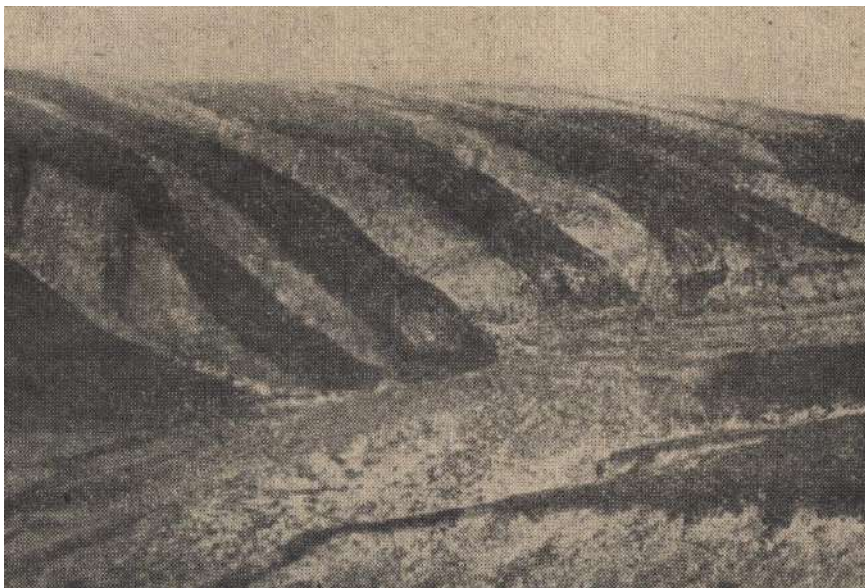


Рис. 34. Размыв берега гидрографической сети (глубокие и частые береговые рвы по суходолу в Плавском районе Тульской области). Фото Б. А. Можаровского



Рис. 35. Глубокий размыв дна гидрографической сети в Камышинском районе Волгоградской области, захвативший все дно лоцины. Фото С. А. Курцмана

Отсюда видно, что борьба с эрозией должна являться главнейшим условием сохранения в нормальном состоянии естественной кормовой травяной площади в пределах гидрографической сети, являющейся для многих районов основным естественным кормовым угодьем. Размывы гидрографической сети создают также большие неудобства для проезда через сеть и препятствуют устройству водоемов для водопоя скота. Водоемы здесь быстро заиляются, а плотины их весной прорываются. Помимо этого, береговые размывы в сети способствуют и более быстрой порче дернового покрова при передвижении возле промоин скота.

В одном и том же гидрографическом стволе размыв лугопастбищного угодья идет в неодинаковой степени по дну и берегам сети. Он зависит от типа звена и экспозиции берегов отдельных участков сети. Меньше всего подвергаются размыву угодья в ложбинах, значительно сильнее – в лощинах и больше всего – в суходолах; при этом в каждом отдельном звене наиболее резко проявляется этот процесс на берегах солнечной экспозиции (особенно в верхних частях). В верхних звеньях сети состав травостоя обычно бывает лучшего качества, чем в нижних звеньях. В ложбинном звене, где донный размыв обычно развивается слабо или совсем отсутствует, травостой бывает довольно хорошим. Он здесь улучшается от намыва гумусных частиц с окружающих склонов. Но уже в лощинном звене в местах появления размыва дна (часто притом довольно значительной глубины) почва по боковым остаткам днища иссушается. Это иссушение все более и более усиливается вниз по лощине, где, размыв начинает захватывать значительную часть дна, оставляя нетронутой лишь узкую полосу, главным образом около основания теневого берега. Около же солнечного берега дно лощины часто сплошь «съедается» размывом, и тогда по существу луговое угодье по дну лощины исчезает. В суходольном звене извитой тип донного размыва делает непригодным под луг почти все дно суходола, где остаются нетронутыми размывом лишь небольшие участки, преимущественно около берегов теневых экспозиций (рис. 36).

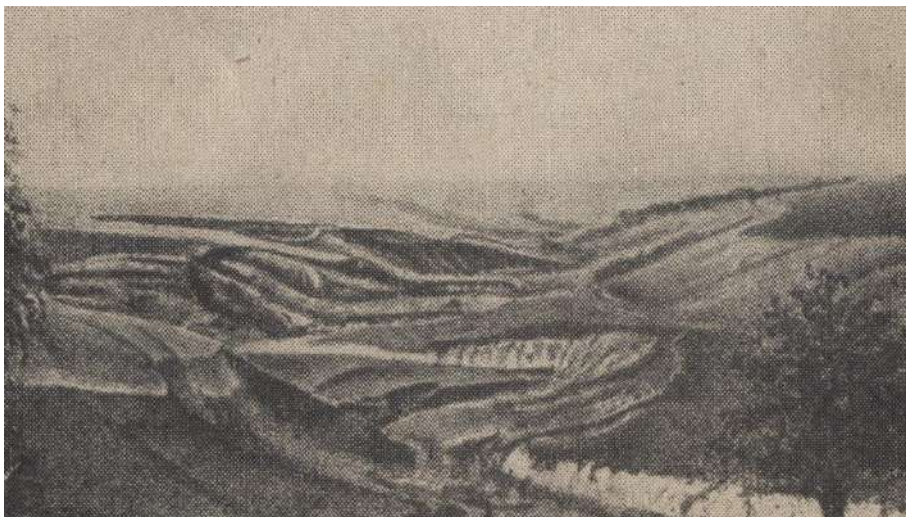


Рис. 36. Извитой размыв, испортивший почти все угодье по дну суходола в водосборе реки Раковки (притока реки Зуши в Орловской области). Фото А. С. Козменко

В районах с резко расчлененным рельефом обычно от больших гидрографических стволов отходят боковые ответвления различного протяжения; в длинных ответвлениях (протяжением свыше 1-1,5 км)

можно выделить ложбинные и лощинные (а иногда и суходольные) звенья имеющие те же особенности строения берегов и дна и те же положительные и отрицательные хозяйственные показатели, что и главная гидрографическая сеть. Эти показатели имеют тенденцию ухудшаться по мере перехода от боковых стволов верхних звеньев (ложбин и лощин) к боковым стволам суходольного звена, около которого сосредотачиваются обычно луговые площади с худшими показателями.

Наиболее плохие условия для использования сети под лугопастбищное угодье создаются в коротких крутодонных боковых отвершках суходольных звеньев и в крутодонных отвершках, пересекающих высокие и крутые берега речных долин.

В таких боковых звеньях сети дно бывает очень часто сплошь прорезано глубоким размывом, который заканчивается в вершине нередко глубоким, ветвистым конечным размывом (рис. 37), врезающимся в пахотный склон. В таких отвершках можно использовать под лугопастбищное угодье преимущественно лишь берега теневой экспозиции; обычно же короткие отвершки суходолов и речных долин или остаются под лесом (если таковой еще не вырублен), или же переходят в группу бросовых, не используемых в хозяйстве, площадей.

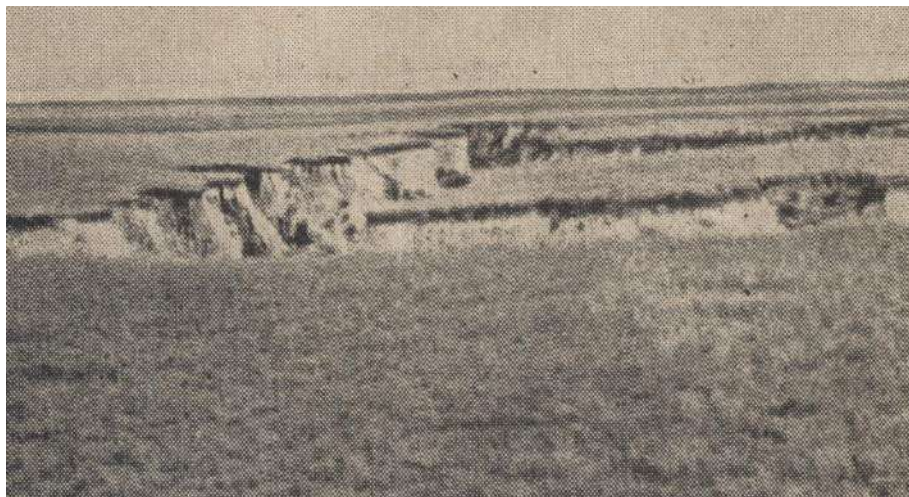


Рис. 37. Концевой размыв по правобережью Волги в вершине лощины около с. Оленья выше Волгограда. Фото С. А. Курцмана

К числу неудобных для луговодства площадей в глубоко расчлененных районах приходится относить и участки гидрографической сети, сохранившие в своем контуре следы проходившего в этих районах последнего (третьего) цикла послетретичной эрозии. Контуров такой сети сохранились во многих местах до последнего времени в виде крутых, почти отвесных откосов глубоких донных и береговых раз-

мывов, заросших сплошь травяной и лесной растительностью, создавшей хороший почвенный покров, что резко отличает эти древние эрозионные образования от весьма схожих с ними (но меньших размеров) современных размывов, обычно прокладывающих здесь себе путь по сохранившимся следам древних размывов.

В древних эрозионных образованиях третьего цикла послетретичной эрозии использовать под травяное угодье можно только днище (обычно небольшой ширины – 10-30 м) и притом лишь путем подкашивания травы или же под пастбище, при этом очень неудобное по своей малой ширине. Что же касается берегов, то в силу их большой крутизны использовать их можно только под лес.

Таким образом, в районах, имеющих коэффициент расчленения выше 1,0, сильно подверженных современной эрозии, естественная кормовая площадь, пригодная для нормального ее использования, снижена здесь до весьма ограниченных размеров, несмотря на относительно большую площадь гидрографической сети, по сравнению с районами, имеющими слабо расчлененный рельеф (рис. 38).

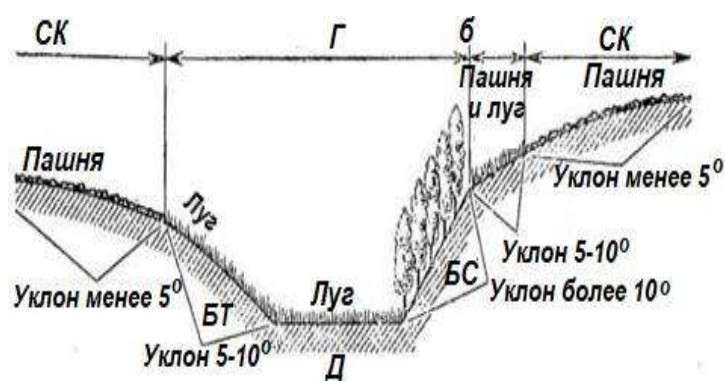


Рис. 38. Схема использования отдельных элементов гидрографической сети в эрозионных районах:

БТ – тенивой берег; БС – солнечный берег; Д – днище сети; б – бровка берега сети; СК – склон; Г – гидрографическая сеть (поперечный профиль)

Кормовые угодья вне гидрографической сети

В районах усиленного развития эрозионных процессов одновременно с большим распространением размывов по гидрографической сети идет обычно и довольно интенсивный смыв почвы на прилегающих присетевых участках склона.

От увеличения крутизны смыв на склонах может достигать такой величины, при которой гумусный горизонт сходит почти на нет, обнажая подстилающую бесплодную породу, по поверхности которой

начинают появляться частые, мелкие промоины, делающие такие участки совершенно непригодными под распашку. Такие участки могут быть использованы под постоянное залужение, а при глубоких промоинах – под лес.

Ширина смытой присетевой полосы в зависимости от крутизны склона может составлять 25-30% общего протяжения склона (считая его от бровки сети до водораздела, что при коэффициенте расчленения 1,2-1,5 составит полосу шириной от 150 до 200 м).

Наиболее смытую (обычно третью) часть такой площади, непосредственно примыкающую к бровке гидрографической сети, необходимо обращать под постоянный луг, а остальную включать в почвозащитный, противоэрозионный севооборот, в котором поля с многолетними травами могут занимать до половины его площади. Таким образом, развитие в районах с глубоко расчлененным рельефом интенсивной эрозии вынуждает в то же время включать в кормовое угодье значительную часть сильно смытого присетевого склона. В этих случаях площадь на смытых склонах будет не только чисто хозяйственным угодьем, но и угодьем, мелиорирующим смытые земли и обращающим их в производительный фонд. Если же такое угодье на присетевых землях будет задерживать своим растительным покровом смываемую с вышележащих участков склона почву, то оно уже станет кольматирующим объектом, способным предупреждать заиление имеющихся в сети водоемов.

В районах, подверженных эрозии, постоянное кормовое угодье необходимо создавать и на других землях. Так, на участках крутых берегов гидрографической сети, отводимых под лес, но не могущих быть им сплошь занятыми из-за развития усиленного смыва и размыва, возникающего при сплошной распашке облесяемого берега, обычно бывает необходимо включать «травяной буфер» в виде одной или двух травяных полос шириной от 20 до 40 м.

«Травяные буфера» могут применяться для предупреждения смыва почвы при заложении садовых культур на берегах сети и на присетевых участках пахотных склонов; в последнем случае такие буфера закладываются между средними рядами садовых культур.

Кормовые угодья на щебенистых почвах

В районах с глубоко расчлененным рельефом площадь кормовых угодий может быть значительно расширена также путем залуже-

ния щебенистых и песчаных крутых склонов, занимающих нередко довольно большую часть земельной территории.

Под кормовые угодья здесь могут быть использованы: а) щебенистые меловые площади на присетевой части склона и прилегающие к ним участки приводораздельной части; б) такие же элементы поверхности, но покрытые песчаниковыми, щебенистыми почвами; в) склоны с выходами на поверхность сильно дислоцированных коренных каменистых пород; г) крутые (свыше 5°) песчаные склоны долинных звеньев гидрографической сети.

Рассмотрим эти объекты в отдельности.

а) *Щебенистые меловые площади* являются довольно распространенными в районах обнажений меловых коренных пород. Эти площади приурочены обычно к склонам, примыкающим к берегам суходольных и долинных звеньев гидрографической сети. Такие участки часто встречаются по правобережью Дона и его притокам в Белгородской, Воронежской областях и по правобережью Волги в Саратовской и Ульяновской областях. В этих местах меловые площади занимают иногда большие массивы, охватывающие не только присетевые, но и приводораздельные участки склонов. Обычно эти площади бывают почти сплошь лишены растительности, обнажая меловую поверхность, используемую лишь как самый плохой выгон.

Но характерно, что вокруг единично растущего на такой поверхности кустарника (казацкого можжевельника или боярышника) на расстоянии 2-3 м от него часто создается довольно густая травянистая растительность, на которой зимой скапливаются большие наносы снега, талые воды которых создают благоприятные условия для хорошего роста травяной растительности. Такая растительность указывает на возможность восстановления дернины на таких меловых обнажениях. Большой эффект от увлажнения меловых склонов подтверждается и зарастанием теневых откосов глубоких береговых разрывов в меловом грунте.

Создать лесные насаждения на таких склонах на больших площадях очень трудно: потребуется сплошное рыхление щебенистой почвы, которое поведет к ее распылению и к смыву на крутых участках склона, не говоря уже о том, что на обнаженной меловой породе вряд ли можно ожидать хорошего роста древесной растительности. Это заставляет при освоении меловых площадей главное внимание обращать на создание травянистой дернины. Однако для лучшего ее роста потребуется выращивать кустарниковые и древесные породы в

виде замкнутых узких ветроломных полос. Эти полосы защитят травы от иссушения и будут способствовать отложению снежного покрова.

б) *Щебенистые песчаниковые площади* встречаются в эродированных районах на склонах с близким залеганием от поверхности коренных (третичных) песчаников, кварцитов и кремнистых опок, широко распространенных, например, на правобережье нижней Волги (Камышин – Волгоград) и на среднем Дону (Калач – Чир).

Восстановление дернины на таких объектах является более трудным, чем залужение меловых склонов. Причиной этому – менее плодородные породы, составляющие основную массу щебенистого грунта. Поэтому, применяя тот же принцип воздействия замкнутой древесной защиты на улучшение водного режима внутрислового пространства, здесь придется дополнительно вносить под травы удобрения, а при посадке древесной растительности подсыпать в посадочные места перегнойную землю.

Конечно, хороших луговых угодий на таких щебенистых грунтах не получишь, тем не менее создание на них хотя бы удовлетворительной дернины будет иметь большое значение в мелиоративном отношении, так как почва, сделавшись на таких площадях более структурной, будет более интенсивно поглощать поверхностную воду и задерживать ее сток в гидрографическую сеть.

в) *Площади с выступами дислоцированных каменистых пород.* В разряд лугопастбищных угодий должны включаться довольно значительные площади Донецкого Кряжа (на Донбассе), где непосредственно на поверхность выступают «поставленные почти на голову» сильно дислоцированные слои твердых каменистых пород (доломитизированных известняков, кварцитов и глинистых сланцев каменноугольной системы), которые, будучи во многих местах не прикрыты какими-либо рыхлыми покровными породами, затрудняют обработку площади под пахотное угодье. Иногда каменистые породы бывают скрыты травой, растущей по их поверхности. Тогда обрабатывающее орудие, попадая на каменистый слой, сильно портится, что заставляет прекращать вообще распашку таких склонов.

Такие площади иногда используются под пахотное угодье выборочно небольшими площадками. Однако более рациональным будет использование их под лугопастбищное угодье, с внесением удобрений и применением более подходящего состава травостоя.

Как и на рассмотренных выше площадях, создание здесь лугопастбищных угодий должно проводиться с соблюдением основного требования в отношении пастьбы скота. Нельзя допускать на площади перегрузки скота, которая может снова обратить ее в малопродуктивное угодье.

г) *Кормовые угодья на крутых песчаных склонах.* Своеобразный тип кормовых угодий может создаваться на крутых склонах с близким к поверхности залеганием песчаного грунта, покрытого редкой растительностью. При прогоне по таким склонам скота пески лишаются сдерживающего их растительного покрова и сносятся к подножию склона, вызывая занос расположенных здесь угодий. Такое явление можно наблюдать близ Красноармейска (Волгоградская область) на крутых песчаных склонах Ергеней, падающих к волжской долине.

Процесс сноса песка может еще более усиливаться при наличии на склоне частых древних ложбин, концентрирующих сток воды и способствующих этим эрозии.

Кормовые угодья мелиоративного назначения

Помимо вышеописанных участков, служащих самостоятельным лугопастбищным угодьем, в глубоко расчлененных местностях имеются участки с травяной растительностью, мелиорирующие другие (не луговые) угодья. К таким участкам можно отнести: а) травяные полосы около лесных опушек, заносимых большими сугробами снега; б) травяные кольматирующие полосы на склонах вдоль бровок берегов сети, создаваемые взамен лесных полос в тех случаях, когда необходима быстрейшая ликвидация смыва (создание для этой цели лесной полосы потребовало бы значительно большего времени, а, кроме того, распашка междурядий для посадки лесных культур вызвала бы смыв почвы); в) донные кольматирующие полосы или сплошные луговые участки по днищам лощин и суходолам, служащие защитой прудов от заиления; г) залуженные участки между ветвями конечных разветвлений размывов в верховье лощин; д) одернованные крутые откосы искусственных выемок и насыпей.

Улучшение и восстановление травостоя на гидрографической сети

Площади кормовых угодий, расположенные на гидрографической сети, в большинстве своем не могут считаться ценными луговы-

ми угодьями ни по качеству, ни по количеству получаемой с них продукции. Располагаясь большей частью на крутых, часто щебенистых склонах, такие площади неудобны для сенокосения, на них трудно использовать механизацию. Большое разнообразие условий роста культур на различных элементах используемого рельефа, сильная испорченность большинства площадей неурегулированной пастьбой скота и происходящий от этого смыв и размыв крутых склонов заставляют особенно тщательно разрабатывать приемы использования таких площадей и улучшения видового состава трав на них.

Как известно, днище сети, не испорченное донным размывом, имеет обычно по сравнению с берегами значительно лучшую и более мощную почву, связанную с постоянным осаждением на ней гумусных частиц, поступающих с прилегающих склонов при стоке поверхностных вод.

Это обуславливает и наилучшее увлажнение и, в связи с этим, наилучший рост по дну травяной растительности.

По сравнению с этим местообитанием несколько пониженные условия влажности наблюдаются на берегах теневых экспозиций, где естественная растительность бывает менее густая, чем по дну. Однако она сохраняет характер растительности более влажных мест, что связано с накоплением на берегах этих экспозиций более мощного снежного покрова.

В местах близкого залегания на склонах грунтовой воды, прилегающие к ним берега, получают и более усиленное увлажнение от выклинивания этих вод на поверхность.

Наихудшие условия наблюдаются на берегах сети солнечных экспозиций. В естественном состоянии на таких берегах обычно произрастает травяная растительность сухих мест, в летний период представленная обычно цветущим разнотравьем, особенно резко выделяющимся на зеленом фоне противоположных теневых берегов.

В наиболее резкой форме указанные выше особенности флоры наблюдаются в верхних, лоцинных звеньях сети. Количественный и качественный состав травяного покрова постепенно снижается с переходом к суходольному звену. Это изменение в худшую сторону происходит главным образом от углубления поперечного профиля звена, с чем связано увеличение высоты (а для солнечных экспозиций также и крутизны) берегов и усиление на них современных размывов

(донных и береговых), вызывающих иссушение берегов и дна сети, а также сокращение ровных, пригодных для использования участков.

В некоторых же местностях ухудшение качества травяных угодий суходольного звена гидрографической сети происходит и от сокращения мощности покровной лёссовой породы на берегах солнечной экспозиции, где она местами почти совсем исчезает, обнажая на поверхность коренной, известняковый или меловой бесплодный грунт.

Естественная травянистая растительность, произрастающая на перечисленных участках, дает очень низкий урожай. По данным Г. Я. Бронзовой, в центральной лесостепи (Новосильская опытная станция) урожай сухого сена пастбищных угодий обычно бывает около 4-6 ц с 1 га, а в сухой степи (Волгоградская область) – лишь около 2-3 ц с 1 га. При таком состоянии луговых угодий по гидрографической сети кормовая база, основанная на их использовании, не может считаться достаточной.

Основными мероприятиями, направленными на улучшение естественных кормовых угодий в эродированных местностях, должны быть: удобрение, улучшение видового состава трав, правильное использование угодий.

Что касается удобрений, то их применение оказывает очень эффективное действие на повышение урожайности луговых трав. Так, в самых ранних опытах, проведенных на Новосильской опытной станции (лесостепная зона) Я. В. Корневым, при внесении полного удобрения (NPK) в количестве около 2 ц каждого на 1 га урожайность трав повышалась до 25-40 ц, местами достигала 50 ц с 1 га.

Для улучшения состава травостоя луговых культур рекомендуется для лесостепи применять смесь многолетних трав, состоящую из костра безостого (60%), люцерны желтой (40%), а в сухой степи – смесь из житняка узкоколосого и волоснеца ситникового (50%) и люцерны желтой (50%). Норма семян на 1 га: бобовых 10 кг, злаковых 8-12 кг.

По данным Г. Я. Бронзовой*, коренное улучшение естественного травостоя (распашка старой дернины и посев многолетних трав) повышает урожайность в 4-6 раз, поверхностное же улучшение (дискование дернины, подсев трав и поверхностное удобрение) увеличивает урожай лишь вдвое.

Как известно, травы для своего успешного роста требуют достаточного количества почвенной влаги, поэтому сохранение и увеличе-

* Г. Я. Бронзова. Создание кормовых угодий на смытых почвах. Сельхозгиз, 1955.

ние влаги в почве являются необходимым условием для получения хорошего урожая в эродированных районах. Для этой цели большое значение имеет окаймление травяных угодий крутосклонов древесными ветроломными лесными (узкими) полосами, благодаря которым травяное угодье будет примерно на ширину 80-100 м защищено от иссушения. Оно будет усиленно увлажняться снеговой водой, накапливаемой около полос. Эти же полосы частично будут задерживать и рассеивать протекающую через травяную площадь поверхностную снеговую и ливневую воду, а около опушек притенять растущие травы и благодаря этому значительно повышать влажность почвы.

Для таких увлажнительных целей достаточно бывает создания двух-трехрядных лесных полос из деревьев, могущих удовлетворительно произрастать на тех почвенных и топографических объектах, где будет располагаться данное луговое угодье. По шестилетним наблюдениям Я. В. Корнева, на Новосильской опытной станции (Орловская область) урожай клевера в зоне влияния леса повышался на 41%. По опытам Н. И. Манилова, в сухой степи (Клетский опытно-овражный пункт) урожай сена люцерны в зоне влияния лесной полосы был 43 ц с 1 га, а на участке без полос – 20 ц с 1 га.

Кормовые культуры почвозащитного севооборота

Кроме рассмотренных луговых участков, в эродированных районах кормовая база может быть значительно расширена за счет включения в нее определенного процента (местами довольно значительного) пахотной площади, используемой под кормовые культуры мелиоративного назначения в почвозащитном севообороте.

Травяные участки почвозащитного севооборота, улучшая структуру почвы, подвергающейся смыву, увеличивают ее плодородие; кроме того, предупреждают развитие эрозии на крутой части пахотного склона, кольматируют на себе подтекающие с водой частицы почвы и в значительной степени задерживают развитие эрозии на нижележащих участках гидрографической сети, распыляя (и частично задерживая) стекающие по берегу снеговые и ливневые воды. Травяной покров на участках почвозащитного севооборота создается из смеси трав долголетнего пользования.

Большим подспорьем в мероприятиях по ликвидации и предупреждению эрозии может являться *замена чистых паров занятыми*.

Сокращая размер смыва, всегда возможного на чистых парах, культуры занятого пара защищают почву от потерь питательных веществ. Для районов с глубоко расчлененным рельефом очень важно, чтобы поля под зиму не оставались открытыми, не защищенными культурами или соответствующими приемами обработки почвы (прерывистым бороздованием, крестованием, лункованием) и распылителями стока, в противном случае на них весной может возникнуть не только смыв, но даже и размыв.

Введение же занятых паров в эродированных районах усилит кормовую базу и одновременно сократит развитие эрозии, повысив этим и плодородие почвы. В связи с вопросом о значении для борьбы с эрозией замены чистых паров занятыми необходимо рассмотреть и вопрос о возможности использования для этих целей посевов кукурузы. При введении этой культуры в почвозащитные севообороты следует иметь в виду специфические почвенные и топографические условия присетевого фонда, на площади которого применяется этот севооборот, а именно: большой уклон поверхности, укороченный гумусный слой почвы, бедность основными элементами питания, частая ложбинность, способствующая концентрации потоков воды и интенсивному смыву почвы. Все это – неблагоприятные условия для выращивания кукурузы, для которой необходима глубокая пахота и богатая почва. Глубокая же обработка и более частое рыхление площади с крутыми уклонами в этих районах всегда будут угрожать развитию усиленной эрозии. Поэтому выращивание кукурузы *на присетевом фонде* будет весьма рискованным мероприятием, от применения которого следует воздержаться.

Но совершенно иные условия для выращивания кукурузы складываются *на приводораздельном фонде*. Кукуруза, давая обильную стеблевую массу, будет создавать условия для хорошего распыления стекающей воды и способствовать большему поглощению воды почвой.

Если же часть стеблей кукурузы оставить на зиму в виде замкнутых квадратов, то они создадут хорошие условия для равномерного распределения снега на полях и предупреждения сдувания его в гидрографическую сеть. При таянии снега они будут способствовать поглощению влаги и ее равномерному распределению по поверхности, облегчая этим и работу распылителей стока, создаваемых по границам землепользования.

Размеры площадей под кормовыми угодьями на гидрографической сети

Рассмотрим теперь, на каких элементах территории и в каком размере будет распределяться травяная (сенокосная, пастбищная) площадь в глубоко расчлененных, эрозионно опасных районах. Для этого сделаем примерный подсчет этой площади на 1000 га (10 кв. км) водосбора суходольного звена, охватывающего до 90-95% сельскохозяйственной площади, включающей все звенья гидрографической сети (кроме долинного). Для такого расчета взят коэффициент расчленения около 2,0, характеризующий наиболее глубоко расчлененную территорию центральной возвышенной лесостепи. По данным Тульской гидрологической организации (1908-1914), на такой территории общее протяжение гидрографической сети может распределяться в таком процентном соотношении отдельных ее звеньев: ложбины – 12-20%, лощины – 25-40, лощино-суходолы – 20-30, суходолы – 15-20%*.

По данным той же экспедиции, ширина отдельного звена определяется такими величинами: ложбины – 30-80 м, лощины – 80-150, лощино-суходолы – 150-200, суходолы – 200-400 м.

Усредняя эти величины, можно составить таблицу, определяющую размеры площадей отдельных звеньев сети на 10 кв. км при коэффициенте расчленения 2,0, то есть 2 км на 1 кв. км (табл. 4).

Таблица 4

Размер площадей отдельных звеньев сети

Звенья сети	В % от общего протяжения	Ширина звеньев (м)	Площадь сети (га)
Ложбины	20	80	32
Лощины	40	150	120
Лощино-суходолы	20	200	80
Суходолы	20	300	120
Всего	100	-	352

Пользуясь данными этой таблицы, можно рассчитать, какую площадь в пределах 1000 га (10 кв. км) взятого нами водосбора сухо-

*Расчеты проводились для площади 10 тыс. кв. км. Речные долины, не применяемые здесь в расчет, в общем протяжении всей сети для большой территории (свыше 6000 га) обычно занимают лишь 5-10%.

дола будут занимать кормовые угодья на отдельных земельных фондах эродированного водосбора: гидрографическом, присетевом и приводораздельном.

На гидрографическом фонде: а) в ложбинном звене луговые (травяные) угодья могут занимать всю площадь звена, то есть дно и оба берега* ; исходя из таблицы 4, под такое угодье может отойти в этом звене 32 га;

б) в лощинном звене, где примерно половина площади берегов с большой крутизной и ее нельзя использовать под луг, площадь луга составит около 60 га (преимущественно ровные днища и более сглаженные теневые и солнечные берега крутизной от 10 до 20°);

в) в переходном лоцинно-суходольном звене, так же как и в лоцинном, под травяное (луговое) угодье отойдет половина площади звена, то есть 40 га – главным образом теневые берега и небольшая часть (не более 10-15%) солнечных;

г) в суходольном звене под луговое угодье может отойти безопасно (в отношении эрозии) не более $\frac{1}{3}$ площади звена, то есть 40 га.

Таким образом, в пределах гидрографического фонда луговая площадь займет 172 га.

На присетевом фонде под постоянный луг может отойти приопушечная полоса около лесных насаждений, размещаемых по берегу сети и по бровке берегов лоцин. Площадь таких травяных полос, исходя из ширины их 50 м и общего протяжения 4 км (около лоцин – 2 км, около лоцино-суходолов 1 км и около суходолов – 1 км), а на двух берегах – 8 км, составит около 40 га.

На присетевом фонде многолетние травы не находятся постоянно на одном и том же месте, но все же ежегодно в составе почвозащитного севооборота будут занимать значительную площадь. Такой севооборот в эродированных районах следует размещать на наиболее опасных в отношении смыва участках склона. Это присетевые участки склона с уклоном от 3 до 10°, примыкающие к суходолам, лоцино-суходолам и на половине протяжения лоцин. В нашем случае (см. табл. 4) протяженность таких участков составит 12 км по гидрографической сети или 24 км протяжения обоих берегов сети; при этом на солнечных экспозициях склонов (протяжением 6 км) они будут иметь ширину присетевой полосы до 200 м (200 м около суходолов и лоцино-суходолов, а 150 м

* К берегам сети должны относиться примыкающие ко дну сети склоны крутизной свыше 10°.

около лощины), охватывая наиболее смытую часть пахотного склона площадью 110 га, а на теневых склонах – ширину 100 м около лощин и 150 м около ложино-суходолов и суходолов, занимая площадь 80 га. Всего смытая часть присетевого фонда займет около 190 га.

Большое значение в противоэрозионном отношении будет иметь замена в основном полевом приводораздельном севообороте чистых паров занятыми.

Таким образом, суммируя травяные площади на 1000 га глубоко расчлененного, эрозионно-опасного водосбора (суходола), будем иметь:

1) постоянного луга по гидрографической сети 212 га (из них по опушечным полосам 40 га);

2) участков с многолетними травами в почвозащитном севообороте 114 га;

3) однолетних культур в паровом поле основного восьмипольного севооборота 70 га.

Всего 396 га, то есть около 400 га.

Величина эта может несколько изменяться в ту или иную сторону, в зависимости от величины коэффициента расчленения территории: чем он будет больше (свыше 2), тем размер травяной площади будет больше увеличиваться за счет главным образом увеличения размера площадей гидрографического и частично присетевого фонда, тогда как с уменьшением коэффициента расчленения размер травяных угодий должен уменьшаться за счет сокращения их в пределах гидрографического фонда и особенно в присетевом, где почвозащитный севооборот с травами может быть совсем исключен.

Отсюда видно, насколько тесно связан размер кормовых травяных угодий с густотой расчленения территории гидрографической сетью и с ее эродированностью.

Таким образом, расширение площадей под травами в эродированных районах является основным мероприятием как в ликвидации процесса эрозии, так и в разрешении кормовой проблемы.

Глава V

ЗАЩИТНЫЕ ПРОТИВОЭРОЗИОННЫЕ ЛЕСА

Уже давно было известно о положительной роли леса в предохранении земельной территории от многих отрицательных явлений природы, и в том числе от вредного развития процессов эрозии, поэтому уже давно сложилось мнение о необходимости охраны лесных насаждений в местах возможного возникновения эрозионного процесса. Даже издавались законодательные положения об охране и лесопользовании в защитных и водоохраных лесах. В этих положениях не было достаточно ясных пояснений, в чем собственно должно проявляться мелиоративное, защитное или водоохранное влияние того или иного участка леса, чтобы он мог быть отнесен к разряду защитного или водоохранного леса, требующего особых мер охраны и лесопользования*. Без таких указаний о мелиоративной роли выделяемого лесного участка в разряд мелиоративного леса противоэрозионного назначения могли быть отнесены, с одной стороны, лесные площади, не имеющие такого назначения, а с другой и такие, мелиоративное значение которых выявляется лишь косвенно. При таком положении техника охраны и техника лесопользования были довольно запутанными, не достигалась цель – получить от насаждений наибольший мелиоративный эффект.

В данной главе показаны геоморфологические условия произрастания защитных противоэрозионных лесов и практические приемы их выделения в натуре.

Геоморфологические основы выделения мелиоративных лесов

Познание поверхностного и внутреннего строения отдельных элементов рельефа является основой, которая может дать возможность вы-

*В предвоенный и послевоенный период для лесов защитных и водоохраных различными лицами было предложено несколько классификаций, в большинстве своем не связанных с определенными числовыми топографическими показателями той или иной местности. первая попытка связать тот или иной тип мелиоративного леса с определенными элементами рельефа была сделана автором данной работы в его статье «Принципы выделения мелиоративных лесов в равнинных районах Европейской части СССР», помещенной в трудах ВНИАЛМИ. «Итоги работ за 1944-1945 гг.». Гос. лесотехническое издательство, М., 1947.

явить условия возникновения, течения и затухания процесса эрозии и установить роль лесной растительности в ходе этого процесса.

Основные формы рельефа местности, как известно, связаны с повсеместным распространением на территории гидрографической сети.

Чем гуще и глубже расчленена территория гидрографической сетью, тем резче и разнообразнее проявляется дифференциация топографических и гидрологических условий отдельных элементов территории и влияние этих условий на рост и развитие растительности. Как показано выше, формирование основного рельефа лесостепной и степной части европейской территории СССР проходило в послетретичный (ледниковый) период, когда шел процесс весьма интенсивного эрозионного разрушения территории талыми водами громадных снежных и ледниковых скоплений, покрывавших эту территорию.

При более или менее однообразном характере двух основных факторов стока: массы послетретичных вод и геологического состава коренных пород (что для небольшой территории одной и той же климатической зоны можно считать вполне допустимым) – различная интенсивность стока и эрозионного процесса (вызвавшие формирование контура гидрографической сети) обуславливались главным образом различной крутизной территории.

Если взять водосборную площадь небольшого верхнего участка гидрографической сети и нанести на нем горизонтали поверхности и линии стока, то можно увидеть, что на склоне одной и той же экспозиции линии стока (от гидрографической сети до водораздельной линии) имеют почти одинаковую длину. Это дает возможность по длине линии стока определять протяжение склонов, а следовательно, и густоту гидрографической сети. Кроме того, как показали измерения, с увеличением густоты сети бывает связано увеличение средней крутизны линии стока от водораздельной линии до гидрографической сети.

Следовательно, *по густоте гидрографической сети можно судить о характере рельефа*, о протяженности и о крутизне склонов, падающих к гидрографической сети.

Наиболее подверженными эрозии бывают открытые (необлесенные) территории с коэффициентом расчленения 1,0 и более.

При таком коэффициенте расчленения территории протяжение склонов (по линии стока) обычно составляет: по солнечным склонам около 400-600 м, по тенивым – 500-800 м. При более густом расчленении величина эта снижается до 300 и даже до 100 м.

Но, кроме коэффициента расчленения, при изучении лесохозяйственных и лесомелиоративных противоэрозионных мероприятий необходимо знать и другие показатели территории, имеющие связь с рельефом местности.

Если при мелиорации угодий с помощью сельскохозяйственных культур, имеющих неглубокую корневую систему, можно при выявлении роли рельефа ограничиться внешними его показателями, характеризующими главным образом почву и частично подпочву, то при изучении мелиоративной роли *лесной растительности*, имеющей глубокую корневую систему, необходимо бывает еще выявить и роль более *глубоких слоев земной коры*, охватывающих не только почву, но и более глубокие породы, до которых может доходить корневая система леса.

В этих целях необходимо знать условия распределения по отдельным элементам гидрографической сети и по примыкающим к ней склонам подстилающей покровной породы. Мощность и состав покровной породы (представленной главным образом лёссом и лёссовидным суглинком) связаны главным образом с крутизной склона, а также с механическим и химическим составом подстилающей коренной породы.

Не останавливаясь подробно на всех деталях отложения и строения покровной породы, укажем лишь, что мощность ее обычно тем больше, чем рыхлее коренная порода на склоне и чем положе данный склон. Поэтому в местностях, где в коренной породе преобладают песчано-глинистые и глинистые породы, тем более мощным бывает и плащ покровной породы, и, наоборот, на склонах, где коренными породами служат твердые известняки, песчаники, кварциты, кремнистые известняки и опоки, там покровная порода бывает ничтожной мощности, а зачастую и совсем отсутствует. На склонах более крутых (обычно приуроченных к солнечным экспозициям) покровная порода бывает меньшей толщины, чем на склонах пологих, теневых, экспозиций; в обоих случаях она больше сосредоточивается у основания склона.

С первичным расчленением поверхности гидрографической сетью по мере перехода от верхних участков с малой площадью водосбора к нижним, шло углубление и расширение гидрографической сети и дифференциация крутизны ее берегов и прилегающих склонов, а в дальнейшем и дифференциация отложений покровной породы.

Все это в итоге создавало большое, но *вполне закономерное разнообразие геоморфологических условий для роста лесной растительности*. Знание этих условий является поэтому очень важным для раз-

решения проблемы защитных лесов вообще и в частности для выявления районов и участков, нуждающихся в восстановлении и пополнении лесных насаждений, изреженных в результате нерационального использования лесной территории в предыдущие периоды. Это же позволит выделить в существующих насаждениях и участки *абсолютно лесных угодий*, установить специальные типы насаждений и мероприятия по охране, уходу и ведению лесного хозяйства.

Рассмотрим, в каком направлении могут идти изменения природных условий для лесной растительности по различным элементам глубоко расчлененной территории с переходом от верхних, приводораздельных, участков водосбора к нижним. Как уже указывалось, гидрографическая сеть в своем низовье охватывает всегда более значительную водосборную площадь, а в верхней части она разделяется на более мелкие боковые ответвления с меньшим водосбором. С увеличением же водосборной площади сети обычно увеличивается *поперечный размер* ее основного ствола, что сопровождается, как показывают наблюдения, увеличением крутизны боковых откосов и появлением асимметрии по высоте, крутизне и составу пород на противоположных берегах.

Закономерности в изменении крутизны и геологического состава поверхностных (покровных) и коренных пород по различным звеньям сети и прилегающим к ним склонам всегда нужно учитывать, проводя какие-либо практические мелиоративные мероприятия на облесенных и необлесенных участках глубоко расчлененного рельефа. Особенно надо учитывать размещение по гидрографической сети *современных эрозионных образований*.

Так, *в ложбинном звене* размывы встречаются реже всего, за исключением лишь днища вершин боковых коротких крутодонных лощин и ложбин, отходящих от суходольных и долинных звеньев. Смывов же почвы на склонах в ложбинных звеньях почти не бывает. Но, начиная с *лощинного звена*, эрозионный процесс начинает делаться весьма заметным. Прежде всего в этих звеньях, расположенных в длинных гидрографических стволах, при сплошь распахиваемых водосборах, всегда почти появляются донные размывы, которые могут достигать больших размеров по глубине и ширине, местами занимая даже все дно лощины (шириной до 20-30 м и более). Кроме донного размыва, для этого лощинного звена характерно развитие береговых размывов (более частых на солнечных экспозициях), являющихся одним из верных показателей интенсивной эродированности водосбора,

которая приурочивается обычно к глубоко расчлененным районам с коэффициентом расчленения свыше 1,2-1,3. Наличие одних лишь донных размывов не может служить таким надежным показателем, так как донные размывы могут встречаться и в районах с меньшим коэффициентом расчленения. Таким же показателем интенсивной эродированности водосбора может быть и развитие глубокого донного размыва *в вершинах коротких крутодонных боковых отвершков*, в которых концевой размыв врезается за пределы отвершка в прилегающий склон. В районах с сильно расчлененным рельефом (коэффициент свыше 1,2) с лощинного звена начинают появляться (преимущественно на подножьях пахотных солнечных склонов) смытые земли, сначала на небольшой ширине, а затем и в больших размерах. По мере же перехода к нижележащим (лощинно-суходольным и суходольным) звеньям ширина смытых земель на пахотных склонах может достигать 100-200 м и более. Они появляются также (но уже на меньшей ширине) и на противоположных, теневых, склонах.

Таким образом, с переходом от верхних звеньев гидрографической сети к нижним (а вместе с этим и с переходом от более пологих водосборов к более крутым) увеличивается не только размер крутых, трудно используемых участков древнего рельефа, но и количество и размер современных эрозионных образований (размывов и смывов), труднее мелиорируемых простейшими фитомелиоративными средствами.

С ходом изменений геоморфологических особенностей и связанных с ними отрицательных явлений современной эрозии идет в таком же отрицательном направлении и развитие других сопутствующих природных явлений, тесно связанных с процессом стока поверхностных вод и с процессом современной эрозии. К ним относятся понижение грунтовых вод и заиление сельскохозяйственных угодий, водоемов и рек продуктами современной эрозии. С интенсивным же стоком поверхностных вод всегда связано слабое задержание их на поверхности и малое проникновение их в почву, а также в нижележащие слои покровной и коренной породы. Кроме того, обычно в районах с сильно развитой сетью происходит иссушение почвы; грунтовые воды и выход их на поверхность в виде ключей встречаются редко, следовательно, происходит слабое питание ими местных водоемов – прудов и рек, усугубляемое к тому же и развитием в таких районах процессов эрозии.

Из сказанного ясно, что обеднение территории грунтовыми водами должно проходить, усиливаясь от водосбора ложбин и лощин к

водосбору суходолов долин. В таком же направлении будет идти и другой, связанный с развитием современной эрозии процесс – вынос продуктов эрозии (смыв и размыв) со склонов и берегов на днища прилегающей сети, а вместе с этим и заиление продуктами эрозии различных хозяйственных объектов, расположенных в подножье пахотных склонов. Все это следует учитывать, намечая мероприятия по охране и восстановлению лесной растительности в этих районах.

Рассмотрим теперь характер рельефа и развитие процессов эрозии в *долинном звене* гидрографической сети, которое среди других звеньев сети наиболее резко выражено. Это звено представлено речными долинами больших рек. В центральной части европейской территории СССР наиболее широко распространены два типа долин. Первый тип характеризуется сравнительно узким днищем (поймой), шириной от 50 до 300 м; в нем чередуются крутые, высокие и пологие низкие участки обоих берегов при наличии больших изгибов русла. Во втором типе долин наблюдается на всем почти протяжении постоянная асимметрия крутизны противоположных берегов, из них один (обычно правый по течению) бывает крутым и высоким, противоположный – весьма пологим, в большинстве случаев в виде широкой песчаной всхолмленной площади, постепенно переходящей в прилегающий склон.

В противоположность первому типу в этом типе долин пойма бывает весьма большой ширины (до 3 км), рассекаемой сравнительно узким (часто петлистым) руслом, располагающимся без всякого определенного соотношения с направлением берегов.

Второй тип долин более распространен, чем первый. Его можно наблюдать почти на среднем и нижнем течениях наших больших рек (Волги, Дона, Оки, Сев. Донца, Десны и др.). Первый же тип долин приурочивается главным образом к возвышенным и глубоко расчлененным районам центральной европейской части СССР. Коренные породы в этих районах плотные, каменистые.

В первом типе долин современные эрозионные образования приурочиваются главным образом к крутым отрезкам обоих берегов, во втором же типе долин – почти исключительно к крутому (правому) берегу долины. В обоих случаях эрозионные образования бывают представлены главным образом береговыми и отвершковыми размывами больших размеров, часто врезающимися в окружающий склон на большом протяжении и нередко обнажающими на своих откосах каменистые коренные породы. Во многих местах на склонах, приле-

гающих к таким размывам, можно наблюдать смытые земли (часто сплошь лишенные почвы) с обнаженной коренной породой. Такие приречные участки, примыкающие к крутым и высоким берегам, являются наиболее опасными очагами развития современной эрозии и вместе с тем наиболее трудно облесяемыми.

Описанные выше геоморфологические особенности районов с сильно расчлененным рельефом являются основными, наиболее распространенными в лесостепной и степной зонах европейской части СССР. Однако в некоторых частях этих районов, приуроченных к наиболее глубоко изрезанным площадям приречных территорий юга этих зон, а также и резко расчлененным участкам северной половины лесостепи, встречаются в верхних и средних звеньях сети оригинальные формы гидрографической сети в виде узких, глубоких рвов с крутыми, почти отвесными откосами, расчлененными частыми боковыми отрогами. Такие формы сети в целом напоминают, как бы остановившиеся в росте современные глубокие размывы.

В северной зоне такие эрозионные образования бывают сплошь покрыты дерном, а часто даже и густым старым лесом, свидетельствующим о древности прекращения роста этих размывов.

В южных же районах они большею частью бывают приурочены к днищам гидрографической сети средних и нижних ее звеньев. Здесь так же, как и в северных районах, эти донные эрозионные образования могут встречаться в сплошь облесенной гидрографической сети, где совершенно отсутствуют современные обнаженные донные размывы. Однако в местах, лишенных лесной растительности, они часто бывают затронутыми современным размывом, но отличаются типичными крутыми боковыми, плотно задернованными откосами (рис. 39).

Эти специфические формы эрозионных образований возникли в *период третьего цикла* послетретичной эрозии, когда происходила преимущественно лишь стадия размыва в пределах ранее сформировавшейся гидрографической сети, в силу чего эти образования и прорезают толщи отложившейся ранее покровной лёссовой породы. Будучи покрыты затем естественным дерном и лесом, они сохранялись долгий последующий период, вплоть до начала земледельческой культуры, когда с вырубкой леса и распашкой водосбора стал развиваться усиленный поверхностный сток, а вместе с ним и процессы эрозии, которые, однако, проходили здесь в иной форме, чем на обычной, не затронутой древним эрозионным циклом гидрографической сети.

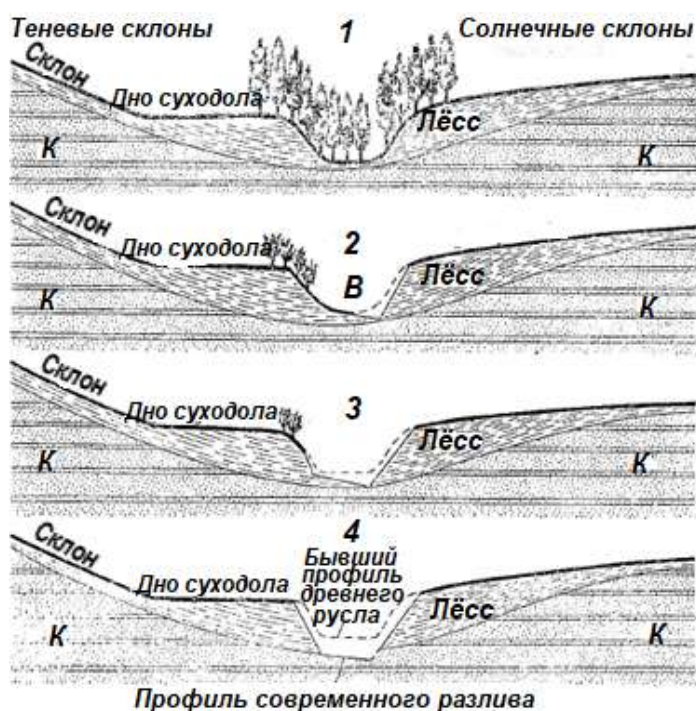


Рис. 39. Схема развития современного размыва в пределах древнего донного размыва (B) третьего цикла эрозии по дну суходола:

1 – древний (облесенный и задернованный) донный размыв, не затронутый современным размывом; 2-3 – стадии постепенного уничтожения современным размывом задернованных и облесенных откосов и дна древнего размыва; 4 – полное уничтожение современным размывом задернованных откосов и дна древнего донного размыва

Следует иметь в виду, что третьим циклом эрозии, углубившим днища гидрографической сети, были созданы более спокойные условия стока поверхностных вод в последующий современный период, чем и объясняется тот факт, что в гидрографической сети с наличием форм третьего цикла эрозии современный донный размыв в средних и нижних звеньях сети проходит с меньшей интенсивностью и проявляется главным образом в подмыве (снизу) основания крутых откосов древних донных размывов и лишь в крайних случаях усиливается развитием небольших боковых размывов крутого откоса. В верхних же звеньях гидрографической сети, где третий цикл эрозии вызвал лишь образование ветвистых концевых размывов, создавших затем на своих откосах травяную и лесную растительность, современные размывы как по откосам, так и по дну встречаются редко.

Что касается процессов смыва, то в силу того, что третий цикл послетретичной эрозии сосредоточивался преимущественно в пределах ранее сформировавшейся древней гидрографической сети, он лишь слабо захватывал окружающие склоны, с которых сносились лишь существовавшая тогда на них почва. В результате этого в районах, подвергавшихся третьему циклу эрозии, довольно распространен почвенный покров с более укороченным гумусным горизонтом.

Противоэрозионная роль естественных лесных насаждений

Рассмотрим теперь, в каком направлении и в какой степени может отражаться дифференцировка геоморфологических и эрозионных особенностей территории на условиях произрастания лесной растительности и какое защитное влияние оказывает эта растительность на современные эрозионные процессы.

Вопрос этот необходимо рассматривать в двух направлениях: по отношению к существующим естественным лесным насаждениям, произрастающим на различных элементах рельефа, и по отношению ко вновь создаваемым лесным культурам.

Противоэрозионное значение лесных насаждений определяется геоморфологическими показателями того элемента территории, на котором расположено это насаждение. Чем более эрозионно опасными будут эти показатели, тем большее противоэрозионное значение будет иметь такое лесонасаждение, тем более оно будет требовать тщательной охраны и более совершенных приемов ведения в нем лесного хозяйства и мелиорации.

Это обстоятельство заставляет выделение таких защитных насаждений проводить наиболее внимательно, используя для этого практические приемы, позволяющие более точно установить местонахождение и размеры выделяемой площади.

В этом отношении большое значение будет иметь определение коэффициента расчленения рельефа, как основного показателя крутизны и расчлененности территории гидрографической сетью. Коэффициент расчленения позволяет выявить: общий эрозионный облик территории, характер существующего и возможного (в случае ликвидации на нем леса) поверхностного стока и связанного с ним процесса эрозии, природные условия ведения лесного хозяйства на данной площади.

При выделении противоэрозионных лесов необходимо прежде всего по имеющимся топографическим планам или картам масштаба не мельче 1/50000 разграничить изучаемую территорию примерно на две наиболее характерные по коэффициенту расчленения группы: 1) с коэффициентом от 1,0 до 2,0 и 2) с коэффициентом свыше 2,0 (рис. 40). По таким выделенным районам и должна будет проводиться дальнейшая, более детальная группировка эрозионно-опасных площадей, покрытых лесонасаждениями.

Следует иметь в виду, что на участках карт, значащихся площадями, сплошь покрытыми лесом, для более или менее точного вычис-

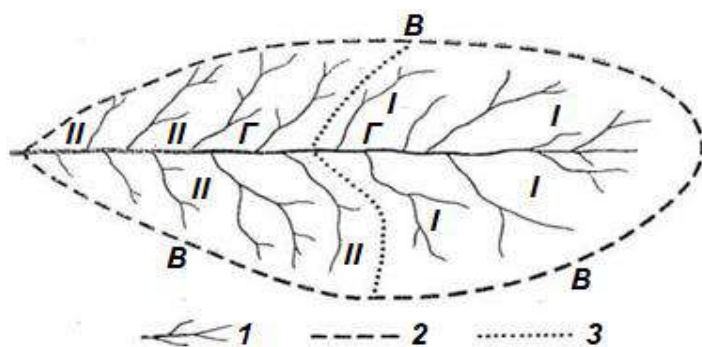


Рис. 40. Схема выделения площадей с различным коэффициентом расчленения гидрографической сетью:

I – площадь водосбора с малым коэффициентом расчленения (1,0-2,0); *II* – площадь водосбора с более значительным коэффициентом расчленения (свыше 2,0); *1* – гидрографическая сеть; *2* – водораздельная линия; *3* – граница между площадями районов различного расчленения; *Г* – основной гидрографический ствол

ления коэффициента расчленения нередко бывает трудно отметить размещение осей всех фактически существующих звеньев гидрографической сети. В таких случаях могут помочь имеющиеся для таких участков лесохозяйственные планы, на которых участки гидрографической сети можно определить по резкому изменению произрастающих на них насаждений по сравнению с насаждениями, растущими на прилегающих склонах.

Так как при выделении эрозионно-опасных площадей по среднему коэффициенту расчленения в общую площадь могут войти участки различных звеньев с различными внешними контурами гидрографической сети и с различными экспозициями склонов (что может отразиться на характере лесомелиоративного воздействия, а следовательно, и на отнесении лесонасаждения к тому или иному классу его защитной роли), то при окончательном выделении противоэрозионных защитных лесов все такие контуры сети необходимо учесть и соответственно их роли в эрозионном процессе распределить в порядке их противоэрозионного значения.

Приняв во внимание, сказанное ранее о распределении по глубоко расчлененной территории участков с различными геоморфологическими и эрозионными показателями, можно принять для выделения защитных противоэрозионных лесов следующую их группировку (рис. 41).

В первую, наиболее важную группу противоэрозионных лесонасаждений войдут лесные площади в районах с коэффициентом расчленения свыше 1,0, расположенные *по крутым берегам* гидрографической сети и *прилегающим склонам крутизной* свыше 10°. Эти площади должны входить в разряд защитных лесных угодий, строго охраняемых с наиболее жесткими правилами их использования. Среди

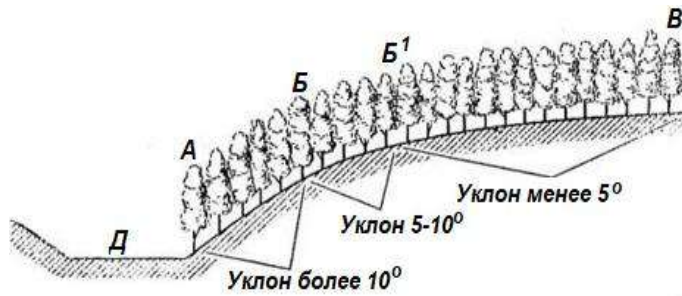


Рис. 41. Размещение (по линии стока) противоэрозионных лесонасаждений при выпуклом профиле склона:

АВ – участок леса по берегу сети на уклонах свыше 10° , требующий наибольшей охраны; *ББ¹* – участок леса на присетевой части склона на уклоне от 6° до 10° ; *Б¹В* – участок насаждения на склоне с уклоном менее 5° ; *Д* – дно сети

этих площадей должна быть выделена подгруппа лесов *А¹*, произрастающая на солнечных экспозициях (обращенных на юг, юго-восток, юго-запад), а в суходольных звеньях сети – более опасная подгруппа лесов *А²*, произрастающая на участках солнечных склонов с близким залеганием к поверхности твердых каменистых пород. Наличие таких грунтов может быть обнаружено по обнажениям этих пород в какой-либо случайной выемке

у дороги, на берегу или на прилегающем склоне (на это могут также указывать куски щебня, разбросанные на поверхности).

К первой группе защитных лесов должны быть отнесены и лесонасаждения, произрастающие на крутых (свыше 10°) и высоких берегах (всех экспозиций) речных долин первого и второго типа.

Для всей зоны в целом нижней границей группы лесов (*А*) будет являться основание берега (место перехода берега в днище сети), а верхней – место перехода более пологого склона (менее 10°) в крутой склон (свыше 10°).

Все перечисленные группы лесонасаждений должны являться *абсолютно лесными угодьями*, не переводимыми в другой (даже и в луговой) вид угодий. Как показывают наблюдения над развитием береговых размывов в глубоко расчлененных районах с коэффициентом расчленения свыше 1,0, участки берегов указанной крутизны, лишенные лесной растительности, легко подвергаются размыву при наличии прилегающей к ним сверху пахотной площади. Лес же предохраняет их от размыва, даже если есть на примыкающих склонах частая ложбинность как древняя, так и современная. При этом следует иметь в виду, что восстановление на таких крутых берегах вырубленного леса представляет сложную лесокультурную работу, так как рыхление крутосклона неминуемо влечет за собой возникновение интенсивной эрозии, ликвидировать которую на таких объектах технически очень трудно. В силу этого

лесные насаждения на таких объектах должны являться наиболее тщательно охраняемыми. Нельзя допускать на их поверхности нарушение почвенного покрова и уничтожение кустарника, являющегося наилучшим противозерозионным и кольматирующим средством.

Во вторую группу защитных противозерозионных насаждений должны войти лесные площади с уклоном менее 10° , которые хотя и не являются в той же мере, как первая группа, абсолютно лесными угодьями, тем не менее, и они требуют постоянной охраны в силу большого их влияния на задержание и предупреждение интенсивного стока, могущего в случае их вырубki вызвать развитие интенсивной эрозии, как на площади им занимаемой, так и на прилегающих к ней снизу участках.

В эту же группу должны быть отнесены и участки склона крутизной $5-10^\circ$, непосредственно примыкающие к верхней бровке берега солнечной экспозиции. Необходимость отнесения этого участка склона к защитным лесам объясняется сосредоточением на нем (при безлесном его состоянии) усиленных процессов смыва и мелкоструйчатого размыва, возникающих от подтока сюда со всего вышележащего склона большой массы весенних и ливневых вод.

Такое местоположение участка в условиях глубоко расчлененного рельефа может оспаривать, кроме леса, лишь луговое угодье, которое, однако, и по получаемой растительной продукции, и по эффекту сопротивления процессу эрозии должно значительно уступать лесному угодью.

Ширина защитного здесь лесонасаждения может быть определена исходя из наблюдений над распространением процессов смыва по отдельным частям склона, показывающим, что ширина присетевой полосы склона, подвергающаяся усиленному процессу эрозии, в районах с коэффициентом расчленения свыше 1,0 примерно составляет около $\frac{1}{6}$ в части общей протяженности склона (от водораздельной линии до бровки берега сети). При обычной в таких районах протяженности солнечного склона по линии стока, равной 400-600 м, ширина насаждения составит 60-100 м. Однако при более короткой длине стока (менее 300 м) потребности в таком специальном выделении этой группы насаждений уже не будет.

Условия лесопользования в лесах второй группы по сравнению с первой группой могут быть несколько облегченными в силу меньшей крутизны участков. Однако сохранение на этом участке лесного угодья и поддержание на нем почвенного покрова, подроста и подлеска в

нормальном состоянии (в целях распыления стока и кольматажа) должно быть обязательным.

В эту же группу могут быть отнесены покрытые лесом участки склона солнечной экспозиции крутизной более 5° , расположенные на середине вогнутого профиля склона (рис. 42) с близким залеганием каменистых пород, щебень которых бывает часто заметен на поверхности даже и облесенного участка.

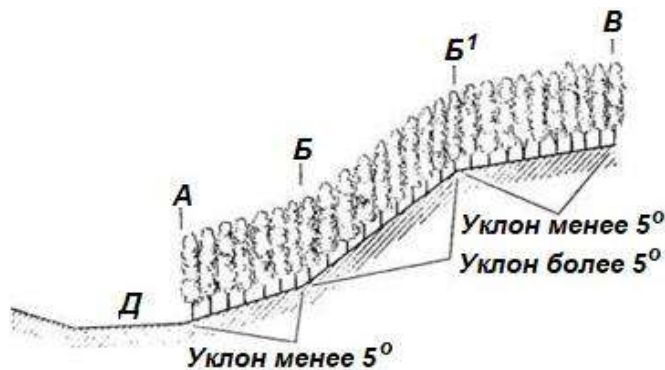


Рис. 42. Размещение противоэрозионного насаждения по вогнутому профилю склона:

ББ¹ – участок с уклоном свыше 5° ; БА и Б¹В – участки с уклоном менее 5° ; В – водораздел; Д – дно гидрографической сети

Ширина полосы такого лесного насаждения обычно не бывает более 80 м, однако отнесение такого насаждения к защитному мотивируется, с одной стороны, его ослабляющим воздействием на сток воды (подтекающей от водораздела и поступающей на участок повышенной крутизны), а с другой – и большей ценностью растительной продукции, даваемой этим лесом, который приспособился к условиям роста на щебенистом, почти бесплодном субстрате. Условия охраны и лесопользования на таком участке должны быть в основном теми же, что и в предыдущей группе насаждений.

Во вторую группу следует включить и все вообще лесные насаждения, произрастающие по дну и по боковым остаткам размывших днищ в ложинных и суходольных звеньях, так же, как и по днищам коротких, крутодонных боковых отвершков этих звеньев.

Отрицательное влияние границ лесных насаждений

Весьма благотворная роль леса в отношении ликвидации эрозии в районах сильно расчлененного рельефа очень часто снижается под воздействием причин, связанных с условиями размещения границ этого насаждения на определенных элементах рельефа. Каждый лесной участок, расположенный на сколько-нибудь крутом склоне, только тогда может положительно действовать на сток и ликвидацию свя-

занной с ним эрозии, когда подтекающая к нему поверхностная вода будет иметь возможность войти в него мелкими, рассеянными струйками, не создающими больших потоков внутри насаждения. Тогда только распыляемая лесным подростом, подлеском и подстилкой вода теряет большую часть своей скорости, задерживается на поверхности и в значительной мере просачивается вглубь по ходам отмерших корней, свободным порам и трещинам в почвогрунте.

Все это может происходить лишь в том случае, если по границе лесной площади не будет препятствий в виде канав, валов, напашей, преграждающих вхождение воды в лес и направляющих ее куда-либо в сторону от леса. А такое условие – отстранение от леса подтекающей к нему воды – очень часто имеется по границе леса с пахотным угодьем, создающим у опушки леса или высокую напашь, или глубокую разъемную борозду. Такие препятствия преграждают путь воде внутрь насаждений и заставляют ее стекать вдоль границы, в сторону уклона. Этим самым, с одной стороны, ликвидируется все положительное мелиоративное значение лесной площади, а с другой – создаются условия для концентрации подтекающей к лесу воды и возникновения больших потоков, способствующих размыву и смыву почвы и грунта. В результате может сложиться неправильное представление, что под влиянием леса возникает размыв почвогрунта, хотя само собой понятно, что виной здесь является не лес, а те искусственные граничные преграды, которые концентрируют стекающие к лесу воды, вызывая этим размыв (рис. 43).



Рис. 43. Влияние пограничной около леса напашей (а) или канавы на развитие берегового размыва в облесенном берегу

Устранение таких преград соответствующими приемами распыления стока будет средством ликвидации и этого отрицательного явления.

Другим отрицательным явлением, связанным с границами лесных насаждений, является отложение больших сугробов снега около лесных опушек, ниже которых по склону размещается пахотная площадь.

В таких местах талые воды сугробов, стекая вниз по пахотному склону, имеющему

уклон свыше 3° , очень часто вызывают на нем смыв почвы. Особенно опасен бывает такой смыв на склонах солнечных экспозиций, на которых преобладающие в лесостепных и степных районах метелистые, южные и юго-восточные ветры сносят к лесным опушкам весьма большие сугробы снега, таяние которых на солнечных, более нагреваемых (обычно и более крутых) склонах создает большие ручьи, вызывающие на пашне не только усиленный смыв, но и мелкоструйчатый размыв.

Ликвидация отрицательного влияния приопушечных сугробов требует уже более сложных мероприятий.

Около узкополосных искусственных лесонасаждений большие скопления снега лесомелиораторы обычно считают возможным снижать путем прочистки кустарника по всей полосе или путем создания насаждения продуваемой конструкции. Однако такие приемы не всегда могут достичь цели, так как подрубленные кустарники довольно скоро могут восстановить поросль, а, помимо этого, к опушке леса всегда почти будет сноситься оставшаяся на полях солома и сорняки, скопление которых создаст достаточную преграду для перехвата в значительном количестве нижних слоев снежного потока. Это вызовет восстановление снежных приопушечных сугробов.

По этим же причинам малоэффективным может быть и прореживание кустарника в приопушечной части массивного лесонасаждения, проводимое для облегчения проникновения снежного потока в глубь лесонасаждения.

Более надежными мероприятиями для уменьшения сугробов около лесных насаждений, размещенных на присетевой части пахотного склона солнечной экспозиции, будут:

а) создание узкой прибровочной лесной полосы (шириной 10 м) по бровке берега необлесенной лощины, где эта полоса задержит первую часть снежного потока, поступающего с прилегающего берега гидрографической сети к подножью присетевого склона;

б) организация на склонах солнечной экспозиции между снего-сборными полосами почвозащитного севооборота.

Защитная роль лесонасаждений на эрозионных образованиях третьего послетретичного цикла

В большинстве своем, как указывалось выше, древние эрозионные образования в пределах верхних звеньев гидрографической сети

имеют вид заглохших донных (реже береговых и концевых) размывов, прорезающих покровные лёссовидные суглинки. Они имеют вид крутостенных, почти нигде не сглаженных углублений, покрытых травянистой и лесной растительностью, плотно их закрепившей. В силу своей почти отвесной поверхности они обычно всегда оставались под лесом, ибо использование их даже под пастбищное угодье не имело никакого смысла.

В более влажных лесистых районах такие древние эрозионные формы могут долго сохранять свое первобытное состояние, не имея сколько-нибудь значительных размывов ни в днищах, ни в откосах. Однако в более засушливой степной зоне, как, например, по правобережью Среднего Дона и особенно по правобережью Средней и Нижней Волги, эти образования под воздействием усиленного поверхностного стока деформируются. Происходит подмыв их основания и почти отвесных откосов. Остается лишь более прочно закрепленная их часть дерновой и древесной защитой (рис. 44).



Рис. 44. Схема размещения лесных полос и насаждений по древнему донному руслу суходола (размыву третьего цикла послетретичной эрозии), подвергающемуся современному (одностороннему) подмыву откоса и частичному углублению дна (прибрежная полоса Средней и Нижней Волги):

aa^1 — прибрежные лесные полосы, окаймляющие древнее донное русло суходола или лощины; a^2 — полоса по основанию солнечного склона суходола; b — облесение задернованного (неподмываемого) откоса древнего русла

И только, когда эта древняя плотная защита искусственно истребляется, процесс подмыва полностью охватывает весь откос, уничтожая все следы бывшего на нем растительного покрова. Тогда древнее эрозионное образование принимает вид, мало отличимый от современного, обнаженного размыва.

По существу, ликвидация таких своеобразных явлений размыва может быть достигнута одним лишь прекращением вырубки сохра-

нившегося на откосах древесного и кустарникового покрова с последующей тщательной его охраной.

Указанный ход развития эрозионного процесса на этих древних послетретичных размывах и вызывает необходимость отнесения всех сохранившихся на откосах этих эрозионных образований древесных и кустарниковых насаждений к первой группе защитных противоэрозионных лесов, требующих применения наиболее жестких мер охраны и лесопользования.

Основанием для выделения всех перечисленных выше защитных противоэрозионных лесонасаждений было: недопустимость перевода их в другой вид угодий, кроме леса, ибо отступление от этого правила должно привести к возникновению процессов эрозии. Это было доказано наблюдениями над размывом безлесных участков, расположенных на аналогичных элементах рельефа. Что же касается других лесных насаждений, не входящих в вышеуказанные группы защитных насаждений, то по отношению к ним остаются в силе лишь обычные правила, регулирующие лесопользование на площадях, не ограничиваемые специальными режимами.

Для обычных, незащитных, насаждений, произрастающих в районах с коэффициентом расчленения от 0,5 до 1,0, должно оставаться в силе лишь одно требование защитного лесопользования – выполнение мероприятий по предупреждению концентрации поверхностного стока границами землепользования (напашью, канавой, валом, дорогой). Это может быть полезно и для обычных, граничащих с пахотным угодьем, лесонасаждений, от которых отвод подтекающих поверхностных вод границами землепользования (напашью, дорогой) может лишить такой лес благотворного влияния на ликвидацию вредного стока и усиление питания грунтовых вод.

Восстановление защитных противоэрозионных лесов

На территории лесостепной и степной зон европейской части СССР имеется много безлесных участков, которые по геоморфологическим особенностям должны быть покрыты лесом противоэрозионного значения. Между тем из-за отсутствия леса эти площади или подвергаются ныне эрозионным процессам, или в лучшем случае остаются малопродуктивными угодьями, даже и при использовании их под пастбище. Поэтому для предупреждения возникновения

эрозионных процессов необходимо возможно скорее приступить к восстановлению на них лесных угодий как единственно рентабельных и необходимых в противоэрозионных целях.

Не останавливаясь подробно на изложении всех таких лесомелиоративных мероприятий, скажем лишь об облесении участков на глубоко расчлененной территории, где лесные насаждения должны быть отнесены к первым двум группам защитных противоэрозионных лесов.

Здесь самыми трудными объектами по технике выращивания лесонасаждений будут крутые (свыше 10°) берега гидрографической сети, входящие в суходольные и долинные звенья. Необходимо отметить, что для таких объектов до настоящего времени пока еще не выработано простых, вполне доступных, а главное механизированных приемов их облесения (что, по-видимому, и было основной причиной того, что такие площади оставались необлесенными). Препятствием для облесения таких участков являются:

1) большая крутизна берегов гидрографической сети, превышающая обычно $20-25^\circ$, дополняемая часто и большой их высотой, достигающей до 30 м и более;

2) почти постоянная расчлененность таких берегов (особенно в суходольных и долинных звеньях гидрографической сети) продольными, различной глубины ложбинами древнего происхождения, сопровождаемая нередко современными глубокими и мелкими размывами, рассекающими поверхность берега на отдельные небольшие изолированные участки;

3) недостаточная толщина почвенного слоя на поверхности берегов, часто сплошь сбитых скотом, а на берегах солнечных склонов, суходолов и долин, лишенных во многих местах покровной (рыхлой) породы и обнажающих бесплодную коренную (часто каменистую) породу;

4) примыкание к бровке крутого берега значительной водосборной площади склона протяжением по линии стока до 400-500 м (иногда более), с крутыми на ней отрезками (от 2 до 3° на приводораздельной части и от 3 до 10° на присетевой).

Все это создает весьма неблагоприятные топографические, почвенные и гидрологические условия для выращивания на таких берегах лесной растительности, так как заставляет проводить всю лесокультурную работу вручную и притом в довольно трудных условиях (нередко стоя на крутых, иногда почти отвесных, откосах).

В условиях северной половины лесостепной зоны более положительные результаты в этом отношении дало облесение крутых берегов суходолов и лощин путем густого посева желудей «под копье», непосредственно в дерн, примененное на Новосильской опытной станции в 1924-1926 гг. *, а также более поздние работы (в 1950-1952 гг.), проведенные на той же станции по посеву желудей в разрыхленные лунки **.

Положительные результаты на той же станции дала ручная посадка березы и сосны в ямки, вырытые по одернованному крутому берегу суходола. Для северо-западной части лесостепной зоны известны также посадки сеянцев древесных пород по крутым берегам гидрографической сети, проводимые по дну цилиндрических ямок, сделанных с помощью особого бура.

Однако такие удачные посадки вручную, без применения механизации, проведены лишь в сравнительно влажной лесостепной зоне (в северной и северо-восточной ее части). Для более же засушливых районов таких удачных лесокультур по крутым инсолируемым берегам сети пока нам не известно.

В степной зоне сравнительно удачные посадки, выполненные вручную, можно встретить главным образом по тенивым склонам, и то лишь в районах, слабо расчлененных сетью (с коэффициентом расчленения менее 1,0). Поэтому если в некоторых проектах все же и фигурируют посадки по берегам гидрографической сети, то в большинстве своем к таким работам проектировщики относили или посадки по тенивым и пологим склонам, или (что бывает чаще) посадки при-сетевые, по бровке или за бровкой крутых берегов сети; большую же часть самого крутого берега, наиболее опасного в эрозионном отношении, обычно оставляли необлесенной.

Единственная пока попытка облесения крутых береговых откосов была сделана В. К. Духовным на Клетском эрозионном пункте (Волгоградский области), применившим гнездовые (в 1 кв. м) посадки по дну предварительно углубленных и взрыхленных площадок, размещенных по крутому берегу на расстоянии 2 м между центрами площадок (рис. 45 и 46). Однако результатов такой посадки на большой площади пока еще не имеется. Следует, однако, отметить, что

*Техника выращивания лесокультур на крутых склонах изложена в работе автора «Борьба с эрозией почвы», Сельхозгиз, 1954 и 1957.

**Н. Т. Макарычев. Выращивание дубовых насаждений на крутых склонах в центральных лесостепных районах (труды Института леса Академии наук СССР, 1959).

участок с такими посадками имел сравнительно удобный для посадочных работ контур и теневую экспозицию.

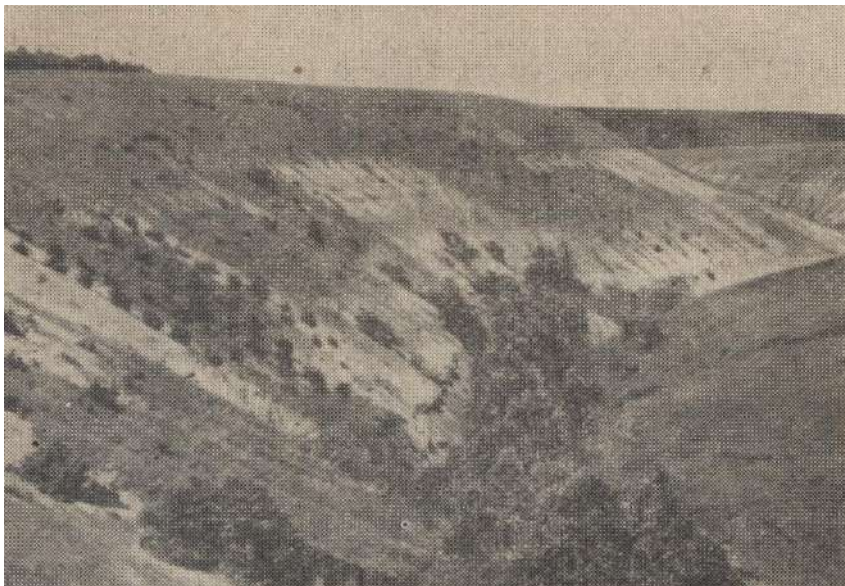


Рис. 45. Вид облесенного берега сети крутизной 28-30° гнездами дуба в 4-летнем возрасте. Берег лощины «Черников» на Клетском опытно-опорном пункте (Волгоградская область).

Фото и посев В. К. Духнова



Рис. 46. То же насаждение, но уже в 11-летнем возрасте (высота дуба 3,0-3,8 м).

Фото В. К. Духнова

Попытки применения механизации облесения таких же объектов в более облегченных условиях рельефа (по берегам меньшей крутизны) в последнее время делались не раз, но большинство их пока не вошло в производственную практику. Дело в том, что если в горных условиях механизация посадок кое-где и оказывалась удачной, то для условий с глубоко расчлененным рельефом степной и лесостепной зон подобные работы будут встречать немало препятствий. Так, даже проведение плужных борозд обратным конным плугом будет трудно осуществимо

на крутом высоком берегу из-за частых глубоких ложбин и размывов на нем. Эти ложбины являются препятствием для прохода плуга.

Устройство же на таких крутосклонах различного рода террас (прием, часто рекомендуемый для горных склонов) в условиях районов лесостепной и степной зон вряд ли может быть приемлемо по своей громоздкости, влекущей за собой изрытие всего крутого берега канавами, уничтожение дернового и гумусного покрова и обнажение при этом на большой площади коренного бесплодного грунта, легко подвергающегося смыву и размыву.

Если на горах изрытие крутых склонов террасами не приводило пока еще к катастрофическому размыву, то это только потому, что там протяжение склонов по линии стока (от его основания до прилегающего водораздела) измеряется обычно небольшими величинами – 50-100 м; в условиях же лесостепи и степи, где длина линий стока в суходольных и долинных звеньях сети достигает 400 и 500 м, неминуемо произойдет от этого интенсивный размыв обнаженных откосов террас.

Из оказанного об условиях создания лесокультур на крутых склонах следует, что облесение таких склонов в сильно эродируемой местности может быть более или менее рационально осуществимо пока лишь путем применения гнездового метода посадки (или посева) лесных культур по небольшим площадкам (размером 1×1 или 2×1 м), располагаемым по крутому берегу в шахматном порядке. Только при таком облесении не будет допущен размыв крутосклона интенсивно стекающей по нему водой, которая не сможет концентрироваться в большие ручьи, а будет проходить по промежуточным (между площадками) участкам, покрытым дерниной. Что же касается приемов подготовки почвы и самой посадки лесокультур, то пока остается лишь ручной прием, который может быть значительно облегчен применением электрических буров, уже местами вошедших в лесокультурную практику. Механизация же облесения крутых склонов (крайне нуждающихся в создании на них леса) пока является проблемой неразрешенной, требующей, однако, разрешения.

Решение этой проблемы, по-видимому, нужно искать в применении орудий, проводящих не полосную обработку, а рыхление поверхности крутого склона гнездами, которые не только будут препятствовать концентрации стока и размыву, но и позволят для посадки намечать места с наиболее лесопригодными условиями. Возможно, что для гнездовой посадки окажется полезным применение подготовленных в

питомниках посадочных секций (с фанерным или другим ограждением) и выращивание в них заранее сеянцев с последующим переносом таких секций на место, где сеянцы в первое время могут иметь благоприятные условия для своего роста.

Глава VI
**ЗАИЛЕНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УГОДИЙ
И ВОДОЕМОВ**

В результате процесса эрозии (смыва и размыва) происходит удаление смытого и размывающего грунта, который отлагается в местах ослабления скорости течения водного потока. Районы опасного заиления территории совпадают с районами распространения интенсивной эрозии, приуроченной к глубоко расчлененному рельефу (с коэффициентом расчленения больше 1,0).

В районах, подверженных интенсивной эрозии, происходит вынос двух качественно различных продуктов эрозии: а) *смытой* с поверхности почвы, в виде мелкой фракции частиц гумусного почвенного слоя и подпочвы; б) вынос *размытого* грунта, состоящего из глинистых, суглинистых и песчаных частиц покровной породы, а нередко и крупных частиц более твердого коренного грунта (известняков, доломитов, мелов, гранитов и т. п.).

Смыв почвы является результатом деятельности небольших струек воды, стекающих со скоростью, достаточной лишь для переноса мелких и легких частиц, а размыв грунта – результат деятельности больших потоков, стекающих с поверхности большой крутизны и развивающих энергию, способную размыть твердый грунт, перенести его за пределы размыва и отложить в местах ослабления скорости течения.

Отсюда видно, что мероприятия для ликвидации заиления должны быть различными в зависимости от того, какой из указанных процессов эрозии преобладает. Вполне понятно, что наиболее сложно ликвидировать заиление, вызванное размывом. Для разработки мелиоративных мероприятий по ликвидации процессов заиления необходимо знать, от каких причин происходит тот или другой вид заиления (от размыва или от смыва), на каких элементах рельефа территории он распространен в наиболее интенсивной форме и с какими естественными и искусственными факторами он связан.

Так как процесс заиления является следствием развития процесса эрозии, то его можно наблюдать преимущественно в местах, ближайших к очагам развития интенсивных процессов смыва или размыва, в местах же, удаленных от таких очагов, заиление обычно встречается

редко. Это объясняется массой препятствий, могущих встретиться на пути движения потока, переносящего продукты эрозии вниз от места их зарождения. Такими препятствиями могут быть: преграды в виде плотин, различные искусственные и естественные заграждения, уменьшение уклона поверхности, шероховатость ложа потока (наличие на нем травянистой, древесной и кустарниковой растительности).

Очаги и отложение продуктов смыва и размыва

Наибольшую массу смываемых продуктов дают пахотные склоны солнечных экспозиций (южных, юго-восточных, юго-западных), примыкающие к берегам гидрографической сети и имеющие уклон свыше 0,05 (3°). Эти склоны распространены большей частью около суходольных и долинных звеньев сети.

Снос почвы с этих элементов водосбора является наиболее опасным в отношении заиления ближайших берегов и днища гидрографической сети. Продукты смыва при наличии донного размыва могут проникнуть в нижележащее звено сети и отложиться в нем на более пологих его участках. В верхних звеньях сети (ложбинах и лощинах), где смывы развиты слабее, реже встречаются и заиляемые участки; здесь они в большинстве случаев приурочиваются к широким и ровным днищам сети и к устьевым частям пологих (древних) ложбин, впадающих в лощины. В этих случаях на берегах и по днищу формируются мощные толщи гумуса, зарастающие травяной растительностью (конский щавель, чемерица и др.). В тех же местах, где днище прорезывается размывом, омываемый грунт (не задержанный на берегах) поступает в более отдаленные участки гидрографической сети и здесь отлагается в местах с меньшим уклоном.

В общем, можно сказать, что на отдельном пахотном склоне количество смытой почвы увеличивается от водораздела к его подножью. Так, для наиболее эродированных пахотных участков лесостепи при среднем уклоне склона 3,5°, по данным Новосильской опытной станции (1935), мутность стекающей воды изменялась примерно таким образом:

Расстояние от водораздела (в м)	280	315	450
Количество взвешенных частиц почвы в воде, г на 1 л*	1,5	2,2	7,28

*Максимальный расход воды отдельных ручьев (с выносом почвы 7,5 г на 1 л) может достигать 36 л в сек.

При наличии у подножья пахотного склона травяной полосы несомый водой со склона ил отлагается на ней; то же будет происходить и в естественном лесу, растущем по склону около гидрографической сети или по берегу самой сети*.

Совершенно иной характер будут носить отложения грунта, формирующиеся в результате размыва, при котором, кроме почвы, захватываются также и слои покровной, а нередко и коренной породы.

Так как в этом процессе могут принимать участие водные потоки большой силы, то в конусах выноса и по дну самого размыва можно встретить не только рыхлый грунт, состоящий из лёсса, глины, суглинков, но и куски (и даже глыбы) плотной каменистой коренной породы: песчаников, известняков, доломитов. Перенос таких продуктов размыва проходит большей частью в суженном русле, где бывает более быстрое течение воды, могущее переносить грунт на более значительное расстояние от очага размыва.

В большинстве случаев процесс размыва берегов и дна гидрографической сети сопровождается подмывом боковых откосов и обвалом их грунта на днище размыва, преграждающим нормальное передвижение потока по дну и вызывающим углубление дна и дальнейший подмыв откосов, увеличивающий массу несомых водой наносов.

В зависимости от вида и размера размыва, от места его размещения, (по дну, берегам или склонам), равно как и в зависимости от уклона дна размыва и состава размываемого грунта, количество переносимого водой грунта может довольно резко меняться. В слабо эродированных районах выносы из единичных береговых или отвершков-размывов** отлагаются обычно у их устья в форме небольшого конуса, состоящего (в зависимости от грунта берега) из лёсса с примесью песка или щебня-песчаника, причем последний встречается лишь при наличии глубоких и длинных промоин (свыше 3-го и 4-го класса, табл. 5 и 6).

При лёссовом грунте вынос сравнительно быстро зарастает травой, при наличии же в конусе выноса щебня последний долго оста-

* По наблюдениям Я. В. Корнева, на Новосильской опытной станции травяная полоса шириной 80-100 м в основании склона может полностью перехватить весь поступающий с водой почвенный ил со склона протяжением 500-600 м. Подробно об их внешних контурах и условиях образования см. работы автора «Основы противоэрозионной мелиорации», 1954, и «Борьба с эрозией почвы», 1957, изданные Сельхозгизом.

** Подробно об их внешних контурах и условиях образования см. работы автора «Основы противоэрозионной мелиорации», 1954, и «Борьба с эрозией почвы», 1957, изданные Сельхозгизом.

ся лежать на поверхности незаросшим. Если же вблизи устья берегового размыва в дне лощины имеется донный размыв, то в этих случаях вынос грунта поступает на дно такого размыва и по нему передвигается вниз по лощине; причем если ниже нет поступления выноса из других промоин, то такой вынос быстро оседает и при зарастании dna травой прекращает дальнейшее свое продвижение.

Таблица 5

Классификация донного размыва

Класс до донного размыва	Ширина по- верху, м	Глубина, м	Средняя площадь, кв. м
1	3	0,5	1
2	3	1-1,5	2
3	6	2-2,5	8
4	12	3-3,5	26
5	18	4-5	50
6	24	5-6	80

Таблица 6

Классификация берегового размыва

Класс берегового размыва	Тип промоины	Средний размер, м			Средний объем, куб. м	Средняя площадь, кв. м
		длина	ширина	глубина		
1	Вытянутая	10	2	1	60	65
2а	Вытянутая	30	4	2	200	135
2б	Короткая	10	6	4	-	-
3а	Вытянутая	40	6	4	600	270
3б	Короткая	20	10	5	-	-
4а	Вытянутая	60	8	6	1800	540
4б	Короткая	40	12	6	-	-
5а	Вытянутая	120	12	8	5400	1600
5б	Короткая	60	24	8	-	-

В районах, глубоко расчлененных и сильно эродированных выносы грунта из береговых и отвершковых размывов могут быть больших размеров и при наличии в коренном грунте берегов каменистых пород иметь в своем составе большое количество кусков щебня различного размера.

Попадая на днище дойного размыва, такие выносы в период весенних и ливневых паводков передвигаются по нему в нижележащие участки гидрографической сети, где образуют щебенистые наносы наподобие отложений горных селей (рис. 47).



Рис. 47. Грязекаменный поток по дну суходола, образовавшийся во время ливня 25 мая 1928 г. на одном из участков Новосильской опытной станции в Орловской области. Фото А. С. Козменко

В связи с обычным уменьшением уклона дна по мере перехода от верхних участков гидрографической сети к нижним поток, воспринявший из размывов в верхних участках сети массу грунта, состоящего из глинистых, песчаных и каменистых пород, по мере своего передвижения на участки дна с уменьшенным уклоном начинает осаждать из общей массы несомого грунта сначала наиболее крупные части, а затем и более мелкие. Если по пути движения потока в него не будут поступать новые боковые потоки, то постепенно основной поток все более и более будет освобождаться от взвешенных в нем частиц грунта, пока не останутся в нем одни лишь мелкие частицы, которые могут уходить на более далекое расстояние от очага зарождения выноса.

Если дно потока будет покрыто травой, являющейся хорошим средством кольматажа илистого грунта, то мелкие частицы могут быстро оседать.

В глубоко расчлененных районах с сильно развитыми современными размывами выносы каменистых грунтов из длинных (протяжением свыше 3 км) гидрографических стволов могут доходить до их устья лишь тогда, когда глубокие размывы будут находиться вблизи устья, примерно не далее 1,5 км (рис. 48). Если же такие очаги размыва будут расположены на значительном расстоянии от устья ствола (свыше 2-3 км), а в приустьевой части будут находиться лишь редкие и небольшие размывы, то в таких случаях у самого устья будут отлагаться преиму-

щественно мелкие фракции выноса, нередко даже только илистые наносы. А когда при этом и уклон днища в приустьевой части будет небольшой величины, то это может создать условия и для полного осаждения мелкозема и зарастания днища травяной растительностью.

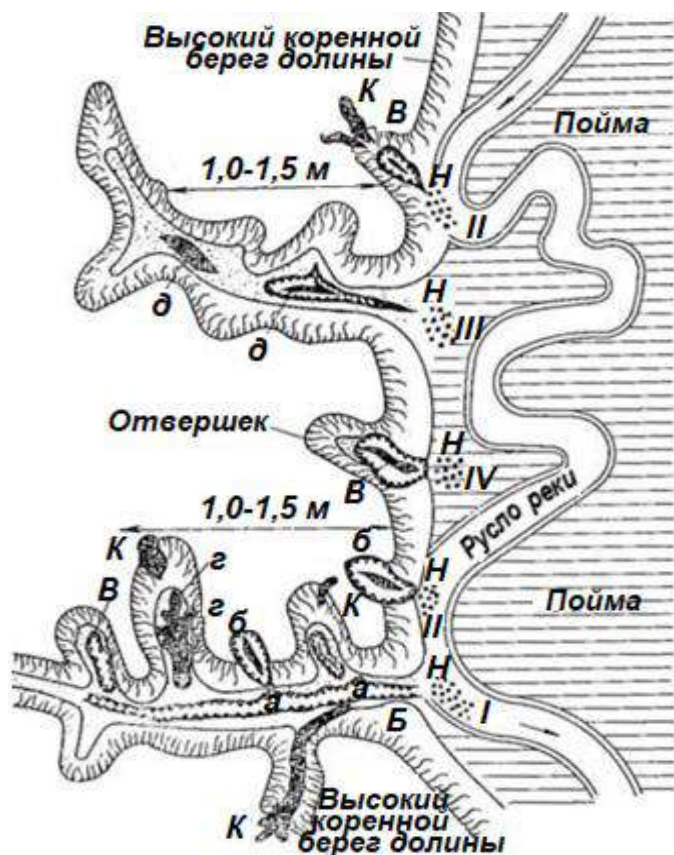


Рис. 48. Классификация опасных выносов грунта из размывов в подпруженное плотиной русло речной долины 2-го типа I, II, III, IV – классы выносов (по степени заиления ими речного водоема):

I – наиболее опасные выносы; IV – мало опасные выносы; а – подмывы откоса донного размыва; б – береговой размыв; в – отвершковый размыв; г – боковой размыв откоса донного размыва; к – концевой (вершинный) размыв; д – донный размыв; н – конусы выносов

Элементы территории, подвергающиеся заилению

Рассмотрим в отдельности особенности развития процесса заиления, возникающего на различных элементах водосборной площади в районах с глубоко расчлененным рельефом.

Склоны в большей своей части являются не столько местом заиления, сколько местом зарождения продуктов заиления, связанных преимущественно с процессом смыва.

Самый же процесс заиления может возникать лишь в тех случаях, когда на пути передвижения продуктов смыва (от верхних частей склона к нижним) встретится какое-либо препятствие для стока мутной воды, например, в виде насыпи, валика или какого-либо углубления, которое может уменьшить скорость движения стекающих вод и вызвать

этим отложение несомого водой ила. Такое же явление может быть вызвано наличием на распахиваемом пологом склоне межевой полосы, поросшей травяной или древесно-кустарниковой растительностью.

Когда такого рода осаждение ила идет в небольших размерах, оно увеличивает гумусный горизонт почвы; при больших же его размерах и на крутых распахиваемых склонах оно создает около таких растительных преград высокие гребни, вызывающие концентрацию мелких струй и возникновение вдоль них больших потоков ливневых и снеговых вод, способствующих появлению на пашне интенсивного смыва и мелкоструйчатого размыва. И чем ниже по склону будет проходить этот процесс, тем более он будет вредным для сельского хозяйства. Особенно большой вред получается при проведении на склоне канав, какого бы направления они ни были. Каждая канава, созданная на крутом пахотном склоне (на середине или близ основания склона), помимо того, что она быстро будет заилена наносом, в то же время создает условия для концентрации подтекающих к ней мелких струй и образования вдоль нее больших потоков, которые в местах разлива их из канавы на нижележащую часть склона вызовут возникновение опасного для пашни размыва.

Берега гидрографической сети. Объектами заиления могут быть как верхние, так и нижние участки берега, но условия питания и формирования выноса для отдельных частей берега будут различными.

Заиление верхней части берега по генезису сходно с заилением присетевой пахотной части склона, и оно бывает обязано преимущественно смыву, возникающему на пахотном склоне выше бровки берега.

В заилении же нижней части берега могут принимать участие не только продукты смыва с прилегающего склона, но также и продукты размыва, возникающие в верхней части берега и за бровкой. Поэтому и в состав продуктов таких выносов может входить не только смытый почвенный ил, но и размытый грунт покровной (глинистой, иногда даже и коренной, каменистой) породы (рис. 49). Особенно вредно бывает заиление берегов, сложенных из песчаных грунтов, заросших лишь с поверхности редкой травянистой растительностью. Чаще всего это бывает на крутых склонах суходолов и долин, проходящих через большую толщу песчаных послетретичных пород в тех местах, где склоны расчленяются древними ложбинами третьего цикла послетретичной эрозии, концентрирующими сток поверхностных вод.

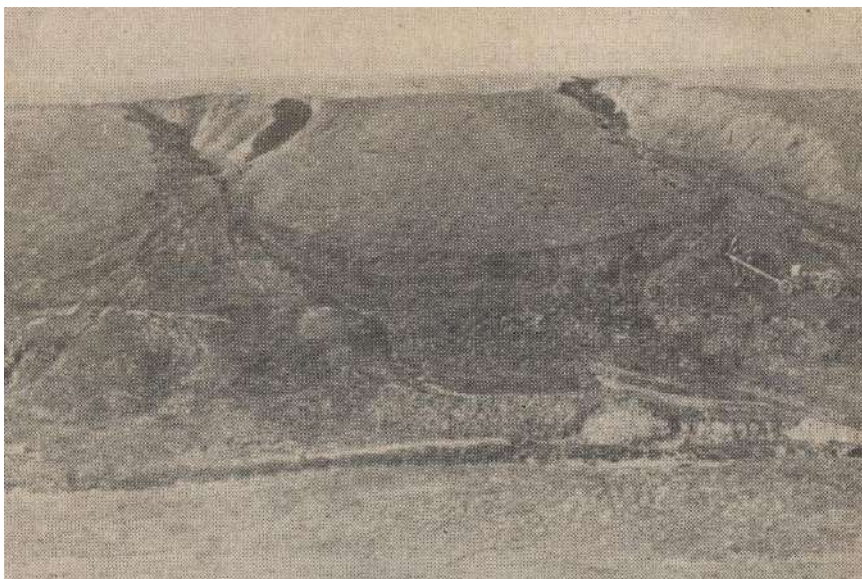


Рис. 49. Верхнебереговой размыв гидрографической сети, вызвавший конусы выносов и заиление нижней части берега лощины (верховье р. Красивой Мечи, приток Дона). Фото Ю. К. Зографа

В большинстве случаев выносы грунта из верхнебереговых размывов продвигаются на прилегающее дно гидрографической сети и даже входят в «водоток» (русло) дна, двигаясь отсюда в нижележащие участки сети. Поэтому динамику развития и распространения выносов из верхнебереговых размывов следует рассматривать в связи с условиями заиления днищ в различных звеньях гидрографической сети.

Днища гидрографической сети. В заилении этого элемента гидрографической сети бывает несколько случаев. Этот процесс может охватывать: все дно сети; отдельные (правые или левые по течению) участки дна сети; дно русла донного размыва, проходящего по днищу основного звена сети. Все эти виды заиления могут встречаться или каждый в отдельности, или в сочетании друг с другом.

Интенсивность заиления дна сети продуктами эрозии зависит от местонахождения очагов эрозии на окружающем водосборе.

Наиболее опасными в этом отношении могут быть:

а) участки дна гидрографической сети, примыкающие к берегам, подверженным интенсивным береговым размывам, выходящим за бровку берега на прилегающий склон;

б) участки дна, соприкасающиеся с устьем отвершковых размывов, очень часто сходных с обычными береговыми размывами, но отличающихся от них более значительной водосборной площадью;

в) участки дна, примыкающие к крутым склонам суходолов и долин, на которых непосредственно под растительным покровом залегают песчаные коренные породы.

Когда эти выносы будут поступать на ровное, не размытое, дно гидрографической сети, они распространятся широким шлейфом; если же вблизи подножия размываемого берега по дну сети будет расположено глубокое русло донного размыва, тогда выносы вдадутся в это русло и сгрузятся в нем, а чаще всего станут передвигаться по его дну в нижележащие участки, где, соединяясь с другими выносами, могут вместе создать грязе-каменный поток, весьма опасный для угоний, расположенных в устьевой части гидрографического ствола.

Подобного рода случаи образования грязе-каменных потоков встречаются в узкодонных ложино-суходолах и суходолах. В верхних звеньях сети (ложбинах, ложилах), где донные размывы часто отсутствуют, выносы почвогрунта с прилегающих берегов могут ограничиться лишь днищем ложи, тогда как в долинном звене (обычно имеющем более широкое дно, но к тому же и сравнительно мелкое русло) выносами может быть охвачена более значительная площадь дна. На ней могут отложиться не только выносы непосредственно из береговых размывов и смывов, но и выносы, принесенные с вышележащих участков основного гидрографического ствола.

Состав наносов на различных элементах территории

Состав наносов, отлагающихся по различным элементам территории, зависит прежде всего от местонахождения заиляемого участка в пределах водосбора.

Нанос на склонах, связанный с переносом мелкозема с верхних участков склона в нижние, будет состоять главным образом из илистого, гумусного, грунта. Это особенно будет характерно для склонов верхних звеньев сети (ложбин, ложи). Но чем резче в данном месте рельеф и круче склоны (что может быть на склонах суходолов и долин), тем больше нанос будет включать крупнозернистых частиц, представленных не только элементами покровной, но и коренной породы. Такой же почти состав будет иметь нанос, поступивший со склонов и отложившийся у основания прилегающего берега и по дну сети.

Наносы у основания берегов и по дну сети, возникающие от выносов грунта из береговых и отвершковых размывов, в зависимости от геологического строения берегов, прорезываемых размывом, могут иметь в своем составе гумусные, покровные (лессовые) и коренные породы.

Так, в верхних звеньях сети (ложбинах и ложилах), в строении берегов которых и на прилегающих к ним склонах участвуют глав-

ным образом покровные (лёссовые) породы, в составе выносов будут преобладать покровные породы, и в редких случаях они будут в смеси с песчаным грунтом, залегающим под покровной породой.

В средних и нижних звеньях сети, где в строении берегов наблюдается обычно асимметрия покровных и коренных пород (в зависимости от экспозиции), в эрозионных выносах, примыкающих к *солнечным берегам*, будут преобладать *коренные* (очень часто каменистые) породы, на противоположных *теневого берегах* – *покровные* лёссовые породы. В днищах нижних звеньев сети будут преобладать смешанные породы.

В зависимости от увеличения в составе выноса коренных пород (особенно каменистых) увеличивается и вред, приносимый заилением хозяйственным объектам.

Наносы по днищам устьевых участков широкодонных суходолов и пойм долин (рис. 50 и 51), примыкающих к крутым и высоким берегам, будут больше и чаще всего включать бесплодные местные коренные породы, и особенно часто это может иметь место на поймах, при-

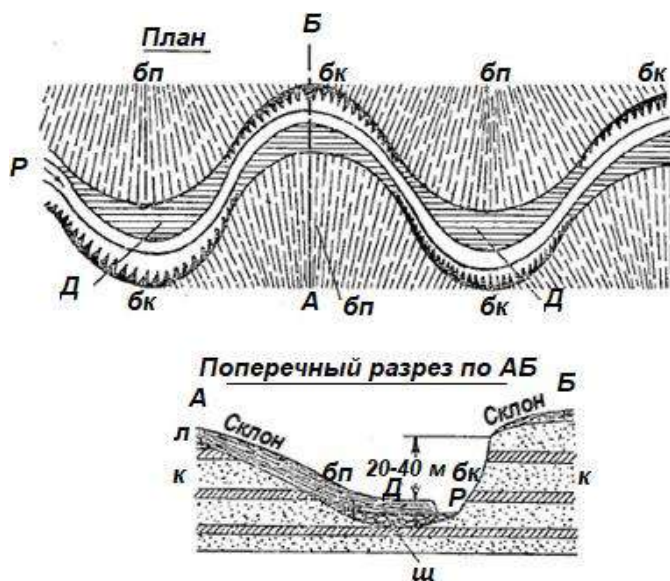


Рис. 50. План и поперечный разрез речной долины первого типа:

P – русло реки; *Д* – дно (пойма) долины; *бк* – крутые (высокие) берега долины; *бп* – пологие берега долины; *л* – покровная (лёссовая, лёссовидная) порода; *к* – коренная порода; *щ* – щебенистый нанос

мыкающих к основанию крутых правых берегов речных долин второго типа, где глубокие береговые размывы обычно прорезают коренные породы. Что же касается долин первого типа, характеризующихся чередованием (с той и другой стороны) высоких и крутых полукруглых берегов с руслом, размещенным почти вплотную около крутых отрезков, то в таких долинах аналогичных случаев (заиления поймы выносами из береговых размывов) не встречается. Выносы здесь отлагаются главным образом в самом русле, примыкающем к крутому берегу.



Рис. 51. План и поперечный профиль речной долины второго типа:

К – коренная порода; *а* – пойменные отложения

водосбора необходимо иметь в виду следующее.

1. Больше всего продуктов смыва в грязевом потоке получается с нижней трети солнечных склонов суходолов и долин и особенно много при наличии на них частых (через 10-12 м), резко выраженных ложбин (следов третьего цикла послетретичной эрозии). Меньше будет смыв теневых склонов лощин и ложбин, находящихся в верхних частях длинных гидрографических стволов.

2. Каменистые грунты могут больше всего попадать в донный нанос при наличии глубоких береговых и отвершковых размывов, пересекающих крутые солнечные и каменистые берега ложино-суходолов и суходолов, равно как и при наличии в таких берегах, обнаженных (современных) подмывов.

3. Песчаные грунты попадают в нанос из обнаженных береговых и отвершковых размывов и подмывов, возникших на солнечных склонах и берегах суходолов и ложино-суходолов, сложенных из толщи коренных песчаных пород или из покровных послетретичных песков (например, в суходолах левых берегов речных долин второго типа).

4. Наносы лёссового грунта отлагаются за счет выноса покровной породы из глубоких размывов (отвершковых и береговых) и под-

Наносы, имеющие далеко расположенные очаги питания, могут иметь весьма разнообразный материал, часто не имеющий связи с грунтом прилегающих берегов. И если принять во внимание, что такие отдаленные очаги могут размещаться в различных пунктах водосбора и на различных элементах гидрографической сети, то можно понять, что ликвидация таких выносов будет представлять более сложную задачу.

Для уяснения особенностей развития такого рода выносов и динамики их поступления с различных элементов

мывов в теневых берегах гидрографической сети, из концевых размывов глубоких лощин, примыкающих к большим речным долинам.

Каменистые выносы из береговых и отвершковых размывов обычно отлагаются по днищу того суходола или лощины, на которые выходит устье этих размывов; при наличии же здесь донного размыва основного гидрографического ствола в него может попадать часть таких каменистых наносов, которые будут передвигаться по нему вниз, и постепенно (в силу уменьшения уклона) освобождаться от более крупных частей и задерживаться на дне, если на нем есть травянистая или лесная растительность.

При наличии на берегах сети участков с густой растительностью (травянистой или кустарниковой) продукты смыва отлагаются тогда большей частью по самим участкам берега и в общий поток наносов по руслу не поступают.

Хозяйственные объекты заиления

В условиях глубоко расчлененного рельефа, подверженного интенсивным процессам эрозии, наиболее вредным последствиям от заиления продуктами эрозии подвергаются следующие хозяйственные объекты: пруды в верхних звеньях сети, различные хозяйственные объекты в нижних звеньях сети (суходолах и небольших речных долинах), русла рек, водохранилища больших речных гидростанций.

Заиление прудов в верхних звеньях гидрографической сети. В местностях, слабо расчлененных гидрографической сетью, пруды в верхних звеньях сети представляют собой обычное сооружение. Благодаря сглаженным и широким формам расположенной здесь сети и благодаря пологим склонам, прилегающим к сети, создаваемые в лощинах и суходолах пруды получают весьма разливистыми и широкими. Задерживаемый же ими большой объем снеговой и дождевой воды дает возможность использовать прудовую воду для многих хозяйственных надобностей: обводнения и орошения земель, водоснабжения селений и для других нужд.

Здесь и экономические условия содержания прудов складываются благоприятно как в отношении затрат на сооружение и ремонт плотин и водоспускных устройств, так и в отношении борьбы с заилением водоема.

Совершенно иная картина получается в местностях, глубоко расчлененных гидрографической сетью, характеризующихся интенсивным стоком поверхностных вод и сильной эрозией.

Существующая здесь гидрографическая сеть даже в самых верхних своих звеньях (ложбинах и лощинах) более глубокая с более крутыми и высокими берегами, с крутопадающими к ним склонами водосбора. Берега и склоны здесь подвержены более интенсивному смыву и размыву, влекущему за собой возникновение по днищу донных размывов, часто сплошь прорезающих покровную лёссовую и лёссовидную породу и обнажающих подстилающие коренные водопроницаемые породы. Пополнение запаса воды в прудах за счет грунтовых вод верхних горизонтов здесь исключается, так как выход их на поверхность отсутствует. Устройство прудов в верхних звеньях гидрографической сети в глубоко расчлененной местности затруднено по следующим причинам:

а) крутые уклоны днищ гидрографической сети и небольшая их ширина не позволяют создавать с помощью плотин широких прудов. Пруды получаются узкими и короткими. Они не могут использоваться эффективно даже для водопоя скота;

б) крутые склоны, окружающие такой пруд, обуславливают интенсивный сток поверхностных вод и смыв почвы, способствуют сильному заилению водоема почвенным илом. Пруд быстро мелеет и при отсутствии регулярной его очистки становится совершенно непригодным для дальнейшего использования. Помимо этого, имеется возможность возникновения размывов берегов лощин выше пруда, что может еще более ухудшить состояние пруда.

в) весьма частое развитие в глубоко расчлененных районах донных размывов и притом не только в лощинных звеньях сети, но нередко даже и в коротких крутодонных отвершках, рассекающих берега нижних звеньев сети (суходолов и долин). Это создает неблагоприятные условия для сооружения прудов. Дело в том, что для сохранности плотины пруда, а следовательно, и самого пруда, необходимо сооружать около плотины (или в самой плотине) водоспускное устройство, предохраняющее плотину от размыва водой, поступающей в пруд сверх того количества, которое может быть задержано плотинной. И чем больше будет высота подъема воды над дном лощины, расположенным ниже плотины, тем более затруднительным и дорогостоящим будет устройство водоспускного сооружения. Если пруд созда-

ется в ложине с глубоким донным размывом, то в таких случаях на глубину такого донного размыва нужно будет увеличивать высоту порога водоспуска, затрачивая на это напрасно средства, так как при этом не увеличатся полезная глубина и длина зеркала пруда;

г) сооружение прудов в районах с глубоко расчлененным рельефом требует больших затрат средств на водоспускные сооружения, которые в этих условиях должны быть более прочными, более широкими и высокими, ибо здесь они должны пропускать более интенсивный поверхностный сток;

д) углубление в этих районах поперечного профиля гидрографической сети до коренных часто водопроницаемых пород (песков, трещиноватых известняков и песчаников) делает здесь пруды подверженными усиленной фильтрации и обмелению.

Перечисленные неблагоприятные условия водопользования в районах с глубоко расчлененным рельефом не позволяют широко использовать этот тип гидротехнического сооружения для обводнения и накопления стекающей поверхностной воды. Этим главным образом и объясняется то, что пруды в этих районах встречаются очень редко. Если же здесь в прудах будет настоящая необходимость, то должны быть обязательно приняты меры предупреждения их порчи и гибели.

Одним из основных мероприятий при использовании прудов в верхних звеньях сети должна быть борьба с их заилением. С этой целью необходимо предпринять следующие меры:

1) по берегам гидрографической сети, примыкающим непосредственно к зеркалу пруда, следует ликвидировать все существующие на них размывы, дающие вынос непосредственно в пруд, применив для этого посадку прибрежных отеняющих полос и распыление больших струй воды;

2) по берегам гидрографической сети, расположенным выше пруда, следует ликвидировать лишь размывы, которые находятся на расстоянии не более 1 км от пруда; на размывах же, расположенных дальше, эти меры принимать лишь в тех случаях, когда выносы входят непосредственно в существующий донный размыв, по которому они легко могут дойти до пруда.

Поступление в водохранилище продуктов смыва с окружающих склонов предупреждается тремя приемами:

а) улучшением и охраной дернового (травяного) покрова по обоим

берегам лощины, примыкающим к зеркалу пруда. В этих целях по берегам, окружающим водоем, должна быть запрещена пастьба скота, а на остальном протяжении сети, выше пруда, пастьба скота должна быть, умеренной с соблюдением чередования используемых загонов;

б) улучшением дернины по берегам гидрографической сети на протяжении не менее 1-1,5 км от вершины пруда;

в) созданием специальной приобровочной луговой полосы (травяного буфера) шириной около 40-50 м и длиной, равной всему протяжению зеркала водохранилища на расстоянии 0,5-1 км от его вершины.

Наиболее тщательно работы по улучшению дернины должны проводиться на берегах и склонах солнечной экспозиции, где процессы смыва бывают наиболее интенсивными. При коренном улучшении луга на берегах сети перепашку старой дернины следует делать до сооружения водохранилища, чтобы дернина могла отрасти до первого весеннего стока; в остальных же случаях дернину следует улучшать путем рыхления (дискования) старой дернины и посева семян трав.

Для увлажнения травостоя необходимо провести окаймление задернованных участков сетью узких древесных или кустарниковых опушек, дающих большое скопление снега и защищающих дерн от иссушения.

Рекомендуемое же некоторыми работниками для борьбы с заилением прудов облесение берегов сети (около и выше пруда) необходимо делать весьма осторожно и только такими приемами, и породами, которые не требовали бы для их посадки сплошной вспашки и частой культивации, так как это на крутых берегах может привести к большому смыву распахиваемого участка и к заилению пруда. Для предупреждения в таких случаях смыва допустима будет лишь посадка леса небольшими площадками – 1×1 м, расположенными в шахматном порядке, или густой посев дуба ($0,5 \times 0,5$ м) желудями под копые, непосредственно в дернину. Этот способ дает хороший результат в лесостепи. Облесение берегов пруда может быть допустимо также и полосами (шириной 4-6 м с оставлением такой же ширины нетронутой дернины).

Кольматирующая роль леса на крутых берегах может проявляться преимущественно в естественных лесных насаждениях, накопивших за свое долголетнее пребывание достаточный слой лесной подстилки, которая может перехватывать и задерживать несомый быстрым потоком илистый грунт.

В искусственных сплошных насаждениях, требующих обычно долговременного ухода путем рыхления поверхности, формирование достаточного слоя лесной подстилки может быть достигнуто лишь через продолжительное время.

Заиление объектов, расположенных в нижних звеньях гидрографической сети

В нижних звеньях сети в условиях глубоко расчлененного рельефа от заиления могут страдать пруды и различные объекты хозяйственного, а также промышленного значения, расположенные по дну гидрографической сети и около нее.

Что касается *прудов*, создаваемых в нижних звеньях сети с помощью плотин, то такого рода сооружения имеют небольшое распространение в силу, дороговизны их устройства в условиях глубоко расчлененного водосбора и слабого распространения в таких условиях выходов грунтовых (близких к поверхности) и подземных (более глубоких) вод.

Ликвидация заиления прудов в этих звеньях сети в основном должна проводиться теми же приемами, что и в верхних звеньях сети, с той лишь только разницей, что такие мероприятия должны быть здесь более широко распространены по водосборной площади. В то же время эти мероприятия здесь труднее выполнить.

К наиболее опасным очагам выноса грунта здесь должны быть отнесены:

а) береговые и отвершковыые растущие размывы, рассекающие берега сети в пределах зеркала пруда и выше вершины пруда, примерно на 1,5 км;

б) береговые обнаженные (преимущественно на солнечных экспозициях) подмывы, на которых выступают коренные песчаные, меловые или известняковые породы, дающие выносы;

в) присетевые, сильно смываемые участки крутых (свыше 3°) пахотных склонов (преимущественно солнечных экспозиций), расположенные вдоль берега на протяжении зеркала пруда.

Сравнительно малая ценность водоемов, создаваемых в нижних звеньях сети, не оправдывает затрат на борьбу с их заилением, поэтому мероприятий по ликвидации их заиления должны быть ограничены лишь наиболее необходимыми объектами.

Заиление хозяйственных объектов в нижних звеньях сети в зависимости от размещения очагов выноса может быть двух типов:

- 1) заиление донных хозяйственных объектов выносами из очагов, расположенных по прилегающим берегам сети (боковое заиление);
- 2) заиление донных хозяйственных объектов выносами из очагов, расположенных выше по дну сети (вершинное заиление).

Более простым в смысле возможности ликвидации будет первый тип заиления (боковое), которому подвергаются хозяйственные объекты, расположенные по дну суходола (или на пойме) у основания размываемого берега, дающего выносы песка, глины и щебня.

В зависимости от размера и состава выносов площадь повреждения может достигать различных размеров. Особенно больших размеров она достигает в тех случаях, когда выносы поступают из глубоких отвершковых размывов, рассекающих высокие берега долины*.

Для борьбы с такими выносами население иногда ограждает место прохождения твердого выноса с обеих сторон небольшими земляными валами, с тем чтобы защитить прилегающие уголья. Однако в таких случаях наносы в огражденном потоке в силу малого его уклона быстро осаждаются, в результате чего грязе-каменный нанос постепенно доходит до гребня вала, прорывает его и заносит прилегающие уголья. Поэтому такое ограждение является ненадежным. Повышение гребня вала также не дает положительных результатов.

Наиболее рациональным мероприятием в данном случае будет ликвидация причин заиления, иначе говоря, борьба с тем очагом размыва, откуда поступает нанос. В случае если размыв отвершковый (что обычно бывает при таких выносах), то для его ликвидации должны приниматься мероприятия как на самом размыве (создание окаймляющих лесных полос около обнаженных откосов и облесение откосов), так и на прилегающем к размыву водосборе (распыление больших водных струй, текущих к размыву по водоподводящим ложбинам). Этот тип заиления может, однако, значительно осложниться, когда эрозионным процессом будет охватываться значительная часть подножья берега (или склона) и когда образование таких выносов будет связываться с усиленным смывом и мелкоструйчатым размывом крутой поверхности (уклон свыше 5°), имеющей песчаный грунт,

* Подобного рода повреждения можно, например, встретить на пойме правого берега Днепра и его притока Розки (около Канева) и на правобережной пойме Дона около Трисвятского.

прикрытый лишь небольшим слоем дерна, который легко выбивается при пастьбе и прогоне скота.

Характерным в этом отношении примером может служить усиленный смыв песчаных крутых волжских склонов Ергеней около Красноармейска, вызывающий занос участка прилегающей речной поймы.

Радикальным мероприятием по борьбе с таким процессом заиления могут быть восстановление и охрана дернины песчаного склона с одновременной закладкой узких полос кустарников (через 50-100 м) для создания замкнутых, мало продуваемых участков с посевом по песку травяных культур (например, песчаного овса). Существующие на этом склоне обнаженные ложбины должны быть также с краев ограждены узкими кустарниковыми полосами.

Второй тип заиления (вершинное) является более сложным и более трудным для ликвидации, ибо в нем могут участвовать выносы из многих эрозионных очагов, расположенных в пределах водосбора, охватывающего заиляемый донный объект. Чем больше и круче водосбор, тем больше может быть на нем эрозионных очагов выноса. Наибольшая опасность заиления будет для объектов, расположенных в устье больших гидрографических стволов (с водосбором свыше 1000 га), имеющих крутые и высокие берега. Если при этом в пределах таких водосборов будут залегать каменистые породы, то устьевые выносы из таких гидрографических стволов будут обычно содержать массу каменистого и щебенистого материала, которым могут покрываться приустьевые участки долинной поймы.

Большую опасность представляют такие выносы для населенных пунктов, расположенных на речных поймах больших рек, около устья суходолов, несущих по дну грязекаменный поток.

Характерный пример в этом отношении представляют выносы из одного большого суходола правого берега Дона около станицы Клетской, где каменистыми меловыми выносами заносятся большие участки этой станицы. В горных районах подобного рода выносы встречаются довольно часто, представляя в таких случаях большую опасность для селений.

Вершинное заиление при небольших водосборных площадях (размером до 1000 га) в основном бывает обусловлено продуктами эрозии, передвигающимися по донному руслу в нижележащие участки сети.

Не будь такого русла по днищу сети, не было бы тогда и большого передвижения наносов, ибо при ровном дне, покрытом травяной

растительностью, большая часть несомой водой почвенной взвеси осаждалась бы по дну. Поэтому одной из главных мер ликвидации таких наносов в верхних звеньях должно быть предупреждение возникновения донного размыва, а там, где он существует, предотвращение его дальнейшего развития путем задернования обнаженных его откосов и береговых размывов, существующих на водосборной, площади защищаемого объекта.

Для ликвидации донного размыва по основному звену сети необходимо создание отеняющих узких лесных полос около бровки размыва. Для этого используются тополевые и ивовые породы одновременно с посадкой кустарниковых пород по основанию откосов донного размыва и по краевым частям дна. Оставляется, однако, необлесенной полоса по стрежню потока.

Для ликвидации же береговых размывов следует применять все те приемы водорегулирующего и лесомелиоративного воздействия, о которых упоминалось выше.

Что касается вопроса о том, какая часть гидрографической сети, расположенная выше защищаемого донного объекта, должна быть охвачена мероприятиями по предупреждению и борьбе с выносами, то в этом отношении надо иметь в виду условия передвижения наносов в различных участках гидрографического ствола в зависимости: от изменения его продольного уклона (уменьшающегося от верховья к низовью); от облесенности различных элементов гидрографической сети; от наличия и величины задернованных участков днища сети, могущих перехватывать боковые поступления наносов.

Примерно можно считать, что участок сети протяжением около 1,0-1,5 км от защищаемого объекта должен считаться наиболее уязвимым в отношении вершинного заиления донных объектов; на нем должны быть сосредоточены и все те мероприятия, которые являются необходимыми для ликвидации бокового заиления. Следует лишь добавить, что в условиях вершинного заиления на участке, наиболее опасном, расположенном вблизи защищаемого объекта (на расстоянии 1 км), кроме лесомелиоративного воздействия, нужно применять кольматирующие и водорегулирующие мероприятия; улучшать дернину на берегах сети и применять распыление больших водных струй, подтекающих к берегам сети по границам землепользования.

Что же касается заиления донных объектов, расположенных в устьях больших гидрографических стволов (с водосбором свыше

1000 га), то ликвидация его в глубоко расчлененных и сильно эродированных местностях представляет собой довольно сложную задачу. Условия заиления здесь мало отличаются от устьевых участков горных районов, по отношению к которым задача борьбы с заилением до сих пор еще остается не вполне разрешенной.

Следует отметить, что в настоящее время в борьбе с заилением выносами из сильно эродированных гидрографических стволлов (сходных с горными ущельями) в большинстве случаев применяют неправильный принцип – борются не с причиной, а со следствием. Стараются всякими способами (порой весьма примитивными) задержать эрозионные выносы *вблизи защищаемого* объекта, ограждая его различного рода преградами в виде валов или даже путем устройства специальных сооружений для осаждения продуктов выноса. Нередко при этом делаются такие же преграды и на пути движения грязекаменного потока. Для этого создают по руслу перемычки из различных материалов (хвороста, дерева, камня и даже бетона) в расчете на то, что эти преграды задержат перед собой какое-то количество несомого водой наноса и создадут ряд уступов с меньшим уклоном дна русла, чем тот, который был здесь раньше.

Подобного рода мероприятия очень малоэффективны в отношении ликвидации основной массы, приносимого наноса. Объем задерживаемых за перемычками наносов обычно бывает весьма небольшим сравнительно с количеством передвигающихся по руслу наносов. Кроме того, следует отметить, что после заполнения перемычек наносом в первый год на следующий год они уже не будут действовать. Уменьшение же уклонов дна русла устройством перепадов создаст прежде всего перелив через них большой массы воды и перекидывание несомых в ней твердых наносов, в силу чего ниже перемычки образуются глубокие вымоины, а с боков – подмыв откосов нижележащего русла. В перемычке же образуются боковые прорывы, которые пропускают задержанный грунт. Малая эффективность таких мероприятий обуславливается главным образом большим количеством выносимых продуктов эрозии, регулярно при том пополняемых в связи с продолжающимся на водосборной площади развитием эрозионных процессов. Поэтому только путем ослабления процесса эрозии можно надеяться остановить и поступление эрозионного выноса в основное русло суходола. Именно *принцип борьбы с причиной* возникновения наносов должен быть положен в основу борьбы с заилением хозяйственных объектов.

Если в верховьях стволов гидрографической сети борьба с заилением продуктами эрозии является, как было указано выше, сравнительно легко выполнимой, то в устьевых частях больших суходолов эта борьба требует значительно большего труда. Но и здесь *положительные результаты могут быть достигнуты, если не стремиться охватывать противоэрозионным воздействием все эрозионные площади, а сосредоточить меры борьбы на водосборах, близко расположенных к защищаемому объекту и вблизи наиболее угрожаемых эрозионных очагов, применяя все простейшие приемы регулирования поверхностного стока.* Поэтому мероприятия по ликвидации заиления должны быть двух типов: 1) мероприятия на эрозионно опасных очагах и 2) мероприятия на водосборной площади этих очагов.

К мероприятиям, проводимым вблизи эрозионных очагов, должны быть отнесены:

а) ликвидация береговых, отвершков, боковых размывов и подмывов откосов донных размывов на участках основного суходола и его боковых лощин, расположенных около заиляемого объекта, и выше – на расстоянии не менее 1,5 км по суходолу на участках, дающих больше всего выносов в донное русло суходола. Исключаются лишь те размывы, выносы из которых задерживаются непосредственно на днище суходола и на днищах лощин;

б) создание отеняющих полос около обнаженных откосов донных размывов и подмывов берегов примерно на протяжении около 2 км выше заносимого объекта;

в) тщательная охрана на том же протяжении всех существующих лесных насаждений, вплоть до единичных кустарников. Охрана также и дернины по берегам (особенно тщательно на инсолируемых экспозициях) с закладкой замкнутых узких древесно-кустарниковых ветроломных полос;

г) создание за бровкой размытых берегов сети травяных кольматирующих луговых полос, окаймленных древесными замкнутыми опушками, и в первую очередь на солнечных берегах суходола и боковых лощин.

К мероприятиям по регулированию поверхностного стока на водосборной площади должны быть отнесены:

а) создание распылителей стока по всем искусственным границам землепользования в пределах водосбора той части суходола, на которой проводятся мероприятия первого типа;

б) снегорегулирование и водозадержание по возможности на

всем водосборе эродированного суходола и не менее как на водосборе указанной выше части суходола;

в) закладка почвозащитных севооборотов на водосборной площади эродированного гидрографического ствола.

В отношении мероприятий по регулированию поверхностного стока необходимо сказать, что они по технике проведения являются весьма простыми и легко выполнимыми и вместе с тем могут давать ощутимый эффект, так как распылители охватывают своим воздействием значительную часть водосборной площади, препятствуя формированию больших струй.

Особенно тщательно должны выполняться распылители стока на более крутых, солнечных, склонах водосбора, где сток поверхностных вод бывает наиболее интенсивным и где поэтому по границам землепользования создаются более водообильные струи.

Заиление рек и водохранилищ

Выносы грунта из эрозионных объектов, поступая в русло реки, вызывают образование в нем мелей и перекатов и одновременно повышение уровня воды в русле (выше переката) и уровня грунтовых вод на окружающей русло пойме. Это ведет к заболачиванию поймы, а в некоторых случаях и к покрытию ее водой, выступающей из русла.

На участках речной долины, где в русло поступают каменистые выносы из глубоких размывов (береговых или отвершковых), рассекающих высокие и крутые берега, эти выносы обычно откладываются вблизи устья размыва в виде конуса и не отходят далеко от него, вызывая этим лишь сужение русла и подмыв противоположных откосов; мелкозем же, поступающий в русло, обычно сносится вниз от щебенистого выноса и может там отложиться по дну русла, уменьшая этим его глубину.

Щебенистые конусы выносов из размывов высоких берегов, примыкающих непосредственно к руслу реки, встречаются чаще всего в долинах, в которых все почти высокие (вогнутые) участки обоих берегов бывают сложены из твердых каменистых пород (долины первого типа). В тех долинах, в которых крутым обычно бывает лишь один (правый) берег (долины второго типа), каменистые выносы из размывов непосредственно в русло встречаются реже, так как в этих долинах кру-

той берег может состоять и из рыхлых пород (например, из тонко плитчатых песчаников, чередующихся с глинами и песками).

Значительно больший вред получается от выносов грунта из тех больших, сильно эродированных суходолов, русло которых входит непосредственно в речное русло.

В таких случаях конусы выносов имеют большие размеры, вызывая этим сужение речного русла и более интенсивный подмыв противоположного устью откоса; в других случаях они полностью перепруживают русло, что ведет даже к изливу речной воды из русла на прилегающую пойму. Однако в неподпруженной плотиной реке такое явление продолжается недолго, так как перепруда от скопления и подъема воды прорывается, и нормальный уровень воды в русле снова восстанавливается.

Заиление русел рек, неподпруженных плотинами, может проходить и от подмыва крутых обнаженных откосов русла и берегов, сложенных из рыхлых песчаных и лёссовидных пород. Тогда обвал грунта может заносить русло на большом протяжении вниз от подмыва. Однако такой подмыв берегов рек, не подгруженных плотинами, возникает лишь на тех участках, где отсутствует лесная растительность; на берегах же, покрытых лесом (даже и очень крутых), больших подмывов не бывает. Здесь могут быть лишь небольшие подмывы на уровне, определяемом горизонтом высокой воды в речной долине; продукты от обвалов грунта относятся вниз по реке не далее, как на 1-2 км.

В долинах второго типа на пойме, покрытой лесом, нередко встречаются подмывы откосов русла, обнажающие корни деревьев. Подмытые деревья падают в реку с большой глыбой грунта, вследствие этого начинается усиленный подмыв откоса, а его размывтый грунт отлагается по руслу, создавая в нем мелководье и перекаты. Но такое явление возникает лишь в тех случаях, когда ранее задернованный (или поросший кустарником) откос был искусственным путем обнажен от растительного покрова. Такие подмывы откосов русла можно встретить, например, на Волге – на участке от Саратова до Хвалынского и на Дону – от Лисок до Калача.

Заболачивание поймы речных долин под влиянием повышения уровня воды в русле от наносов размывтого грунта чаще всего наблюдается в долинах второго типа, характеризующихся широкой поймой и малым продольным уклоном, где даже и небольшой подпор воды в русле может вызвать резкий подъем грунтовой воды на окружающей пойме и ее заболачивание. В долинах первого типа, имеющих более

узкую пойму и более резко выраженный продольный уклон, заболачивания от подъема воды в русле почти не бывает.

Меры борьбы с заилением речного русла, не подпруженного плотинами, будут зависеть от типа речной долины.

В долинах первого типа эти меры не будут представлять больших затруднений, так как от поступления в русло выносов из береговых размывов и резкого повышения уровня воды перед перепрудой речная вода вследствие большего уклона в этом типе долин довольно быстро прорывает перепруды русла, оставляя лишь в его откосе след подмыва против места выноса грунта из берега. Выносы грунта из размывов здесь могут быть ликвидированы обычными способами по борьбе с размывом.

Значительно более сложной является борьба с заилением русла в долинах второго типа, характеризующихся малым уклоном широкой поймы. В этих долинах наибольшую опасность будут представлять выносы из больших боковых суходолов, пересекающих крутой и высокий берег долины, откуда они могут поступать в русло непосредственно в месте примыкания его к устью суходолов.

Что же касается отложений наносов от подмыва откоса русла, вызванного обвалом грунта при падении деревьев, растущих на откосе, то такие очаги заиления могут быть ликвидированы вырубкой (или посадкой на пень) всех растущих вблизи бровки русла (на ширину около 50 м) высокоствольных деревьев и охраной растущего по откосу кустарника. При отсутствии последнего необходимо по всему откосу (от уровня меженя до бровки) посадить ивовые черенки с захватом прилегающего к бровке (на ширину около 50 м) участка поймы. Такие мероприятия следует проводить по откосу русла на протяжении примерно около 100 м вниз от пункта подмыва откоса.

Заиление русел рек, перепруженных плотинами, носит иной характер. Сооружение плотины по руслу реки создает в ней подпор воды, резко меняющий режим реки, и вызывает изменение контура долины (берегов, поймы, русла), а также условий отложения и передвижения по руслу попадающих в него продуктов эрозии.

В долинах первого типа, характеризующихся большим продольным уклоном и меньшей шириной поймы, создаваемые в них водохранилища получаются более короткими и узкими, а потому и с меньшим запасом воды, чем в долинах второго типа.

Увеличение высоты подпора при том же расходе воды не дает в таких долинах значительного увеличения запаса воды в водохрани-

лице, лишь повышается опасность прорыва плотины более интенсивным стоком паводковых весенних и ливневых вод.

В долинах второго типа благодаря меньшему их продольному уклону и значительно большей ширине поймы поднятие уровня воды плотиной на ту же высоту, что в первом типе долин дает несомненно больший запас воды в водохранилище за счет излива ее на широкую пойму. Однако это *увеличивает площадь затопляемых водохранилищем ценных пойменных угодий*.

Различный характер строения двух типов долин отражается и на условиях заиления подпруживаемых в них русел. В долинах первого типа поступление в водохранилище продуктов эрозии может происходить в одинаковой почти степени с обоих берегов речной долины, так как крутые высокие и вогнутые участки чередуются и на правом, и на левом берегу долины, причем и на обеих ее сторонах могут встречаться одинакового состава коренные породы, дающие одинаково плотные конусы выносов. В долинах второго типа крутые участки берегов и склонов, прилегающих к ним, располагаются исключительно почти на одной правой стороне долины, с которой главным образом и могут поступать выносы в подпруженное русло речной долины. Причем если в долине первого типа благодаря большому уклону поймы и русла выносы меньше задерживаются в водохранилище, а в полоую воду, при открытых водоспусках в плотине, легко проносятся вниз за плотину, то в долинах второго типа при значительно меньшем уклоне русла и поймы такие наносы могут значительно больше задерживаться на дне русла, вызывая повышение его уровня.

Особенно опасными будут случаи, когда водоспуск плотины в период паводков (весенних и ливневых) будет закрытым. Это может создать застой воды и осаждение наносов в русле, а при большом скоплении их может произойти полный занос ими русла реки и излив ее воды на пойму, что вызовет заболачивание. В местах же обратного перелива отдельных ручьев с поймы в русло реки будет происходить размыв поймы. В целях предупреждения таких случаев необходимо:

- а) ликвидировать размывы в наиболее опасных гидрографических стволах, расположенных по крутому побережью правого берега долины;
- б) постоянно наблюдать за водоспусками в плотинах, сооруженных в речных долинах второго типа, не допуская закрытия их в период прохода весенних вод и во время ливней.

Заиление водохранилищ больших гидростанций

Высокий (до 20-30 м) подпор воды плотинами больших гидростанций создает в реке режим стока, значительно отличающийся от режима, складывающегося в реке в результате подпора небольшими плотинами.

Прежде всего высокий подпор вызывает большой разлив речной воды в длину и ширину, а вместе с этим водохранилище должно воспринимать большую массу выносов грунта из эрозионных объектов, расположенных в пределах протяжения подпора. Это требует больших средств для ликвидации заиления.

Помимо этого, сильное увеличение площади водного зеркала водохранилища в длину и особенно в ширину обуславливает появление нового фактора заиления – поступление в водохранилище *абразионных выносов* от подмыва высоких берегов большой волной, возникающей при сильном ветре в широком и глубоком водоеме.

Все это вместе взятое должно затрагивать интересы не только гидростанции и судоходства, но также и интересы сельского хозяйства селений, примыкающих к водохранилищу.

Как и при малых речных водохранилищах, режим больших водохранилищ с высоким подпором резко дифференцируется в зависимости от типа той речной долины, на которой создается основная плотина гидростанции.

В долине первого типа при меньшей протяженности водохранилища сокращается площадь эрозионного воздействия на заиление, тогда как в долине второго типа большая протяженность создает значительно большую территорию возможных выносов продуктов эрозии в водохранилище. В долине первого типа при более узкой в нем пойме значительно более сужена территория разлива воды в ширину, что не позволяет воде создать большую волну и вызывать усиленную абразию крутых и высоких берегов. В долинах же второго типа широкий разлив подгруженной воды по широкой пойме создает условия для возникновения высокой волны и для интенсивного подмыва высоких берегов.

Запас воды в речных водохранилищах с высоким подпором может увеличиваться благодаря ответвлениям в боковых гидрографических стволах, примыкающих к речной долине. Размер такого запаса зависит от типа речной долины, от типа входящего в долину бокового гидрографического ствола и отдаленности его от плотины водохранилища (рис. 52).

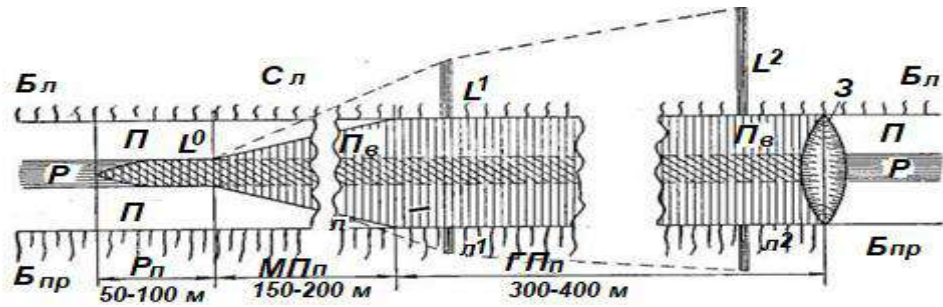


Рис. 52. Схема размещения различной длины боковых ответвлений (лиманов) речного водохранилища, в зависимости от близости их к плотине по правобережью и левобережью речной долины второго типа:

L^0, L^1, L^2 – ответвления по пологому левобережью; l^0, l^1, l^2 – ответвления по крутому правобережью; P – русло; $П$ – пойма, не залитая водой; $Пв$ – пойма, залитая водой; $Бл$ – левый берег; $Бпр$ – правый берег; $Сл$ – склоны левобережья; $Ск$ – склоны правобережья; Z – плотина водохранилища; $Рп$ – звено руслового подпора; $МПп$ – звено мелкого пойменного подпора; $ГПп$ – звено глубокого пойменного подпора

Вообще же можно сказать, что в стволах, ближайших к плотине, боковые ответвления водохранилища бывают больших размеров (и по длине, и по глубине), чем в стволах, расположенных вдали от плотины. Причем при прочих равных условиях боковые ответвления в долинных и суходольных звеньях имеют больший запас воды, чем в лощинных звеньях, в которых боковые ответвления часто совсем отсутствуют.

Боковые ответвления в речных долинах первого типа, как правило, бывают значительно короче, чем в долинах второго типа, в которых по левобережью нередко бывают боковые водоемы весьма значительной протяженности и ширины.

Заиление отдельных участков водохранилища. Резкие изменения ширины и глубины на различных участках водохранилища и в боковых гидрографических стволах создают различные условия отложения наносов и различное их воздействие на режим водохранилища. Это должно учитываться мероприятиями по ликвидации заиления. Исходя из различной ширины и глубины подпора речной воды в водохранилище, в нем можно выделить следующие три наиболее характерных звена (рис. 53, 54): 1) звено глубокого пойменного подпора – ближайшее к плотине; 2) звено более мелкого пойменного подпора, расположенное выше предыдущего, и 3) звено руслового подпора, расположенное близ вершины водохранилища, где подпряженная плотинной речная вода в период межени входит в пределы бывшего русла реки и не изливается на пойму.

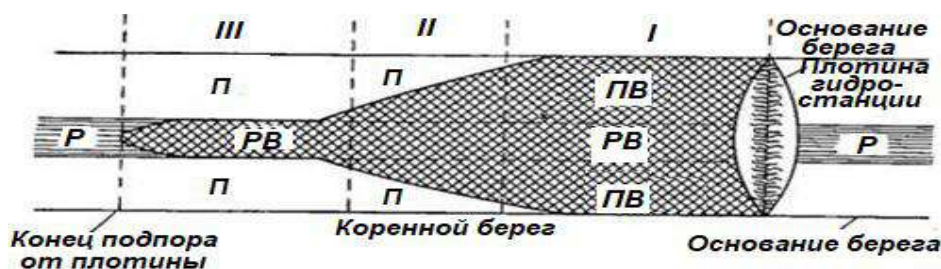


Рис. 53 Размещение (в плане) различных звеньев подпора речной воды плотной водохранилища:

I – звено глубоко пойменного подпора; *II* – звено более мелкого пойменного подпора; *III* – звено руслового подпора; *П* – пойма, не залитая водой; *ПВ* – пойма, залитая водой; *Р* – русло, не подпруженное плотиной; *РВ* – русло, залитое водой

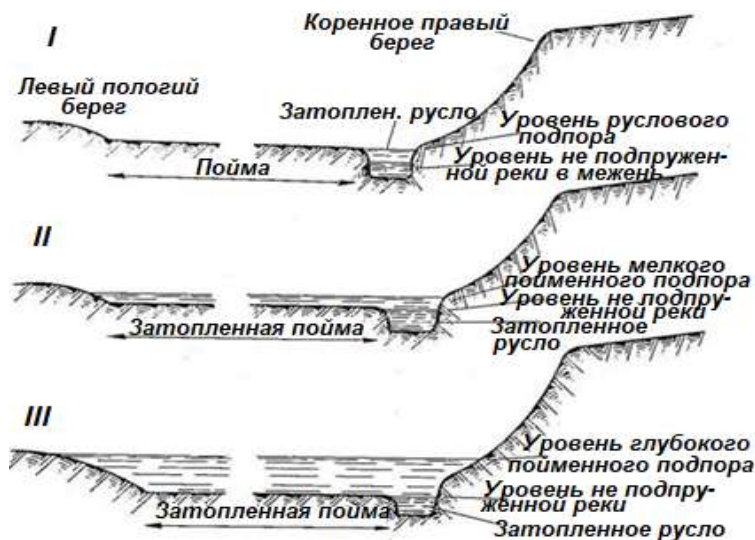


Рис 54. Поперечный профиль речной долины в различных звеньях подпора речной воды плотиной:

I – звено глубокого пойменного подпора; *II* – звено мелкого пойменного подпора; *III* – звено руслового подпора

В каждом таком звене практические мероприятия должны учитывать не только нужды гидростанции и судоходства (использующего водохранилище в качестве водной трассы), но и интересы хозяйств, примыкающих к территории водохранилища.

В звене глубокого пойменного подпора пойма бывает обычно сплошь и на большую глубину покрыта речной водой и представляет удобную трассу для судоходства. В большинстве боковых гидрографических стволов, впадающих в речную долину в пределах этого звена образуются боковые заливы, пополняющие водный объем основной части водохранилища и могущие в то же время служить дополнительными водоемами для оросительных целей.

Образующиеся в пределах водосбора этого звена продукты эрозии в большинстве своем попадают в боковые ответвления водохранилища,

где большая часть их осаждается, а те из них, которые доходят до основной части, ввиду их незначительного количества, большого вреда для работы гидростанции и передвижения водного транспорта не приносят. Большую отрицательную роль могут играть в этом звене процессы абразии (подмыва) крутых и высоких берегов, продукты разрушения которых могут заносить прибрежную полосу водохранилища.

В звене мелкого пойменного подпора, располагающемся выше предыдущего, пойма заливается не на всю ширину, а частично и на меньшую глубину (5-6 м), достаточную лишь для прохода судов с мелкой осадкой. Боковые ответвления водохранилища в этом звене могут создаваться главным образом в боковых гидрографических стволах левого пологого берега долины второго типа; в боковых же стволах правого берега, равно как и стволах обоих берегов долины первого типа, боковые ответвления могут быть редкими и на небольшом протяжении.

Заиление этого звена может вредно сказываться на условиях судоходства и особенно чувствительно на тех участках долины, где залитое водой бывшее на пойме глубокое русло примыкало вплотную к устью сильно эродированного бокового гидрографического ствола. В этом месте наиболее глубокая для судоходства трасса может легко оказаться заиленной выносами из такого ствола.

В отношении возможного заиления продуктами абразии это звено по сравнению со звеном глубокого пойменного подпора будет находиться в лучших условиях благодаря меньшей глубине этого участка на пойме, препятствующей образованию большой волны и набеганию ее на высокий коренной берег.

Звено руслового подпора является верхним участком водохранилища. Оно охватывает примерно около одной четверти общего протяжения подпора водохранилища. В этом звене речная вода в межень заполняет лишь основное русло долины, не изливаясь на пойму, поэтому проходимость судов всецело зависит от глубины воды в нем. Эрозионные выносы, попадающие в такое подпертое плотиной русло, должны почти полностью в нем осаждаться и при интенсивном развитии эрозии в боковых гидрографических стволах могут образовать в русле сплошную перепруды, вызывая этим полное прекращение по нему судоходства и перелив воды из русла на окружающую пойму, а вместе с этим и заболачивание последней. В звене руслового подпора всегда можно ожидать и заиления от наносов, формирующихся на водосборе выше вершины водохранилища. Что же касается заиления

продуктами абразии, то для руслового звена эти явления не имеют существенного значения.

Из перечисленных выше особенностей строения поймы и условий заиления отдельных звеньев речного водохранилища с высоким подпором можно сделать следующие выводы.

Звено руслового подпора, наиболее удаленное от плотины водохранилища, является *наиболее опасным в отношении заиления продуктами эрозии из боковых гидрографических стволов и безопасным в отношении заиления продуктами абразии.*

Звено глубокого пойменного подпора, ближайшее к плотине, наоборот, *опасно в отношении заиления продуктами абразии и мало опасно в отношении заиления продуктами эрозии.*

В звене мелкого пойменного подпора (промежуточном между указанными двумя звеньями) *вредоносное заиление продуктами эрозии и абразии проявляется в ограниченных размерах;* оно приурочивается чаще всего к местам непосредственного примыкания основного русла к устью сильно эродированных гидрографических стволов или к сильно подмываемым высоким и крутым берегам.

Меры борьбы с заилением больших водохранилищ. При высоком поднятии речной воды плотиной подпор водохранилища может распространяться на весьма большое протяжение, исчисляемое для наших среднерусских рек нередко в несколько сотен километров (например, подпор от Волгоградского водохранилища распространяется примерно на 600 км). Охватить полностью мелиоративным воздействием хотя бы даже прибрежную полосу такого водохранилища почти невозможно, а во многих случаях и нерационально, так как не на всех участках это воздействие будет одинаково необходимо.

В русловом звене должны быть сосредоточены преимущественно мероприятия по ликвидации эрозии, а в звене глубокого подпора – мероприятия по борьбе с абразией. Однако такого разграничения участков недостаточно. Для получения положительного эффекта необходимо применить полный комплекс различного рода технических приемов, требующих немалых трудовых и денежных затрат.

Чтобы достичь хотя бы неполного эффекта в отношении ликвидации заиления, необходимо *в первую очередь охватить мелиоративными мероприятиями наиболее опасные очаги возникновения эрозионных выносов и только на них сосредоточить основное внимание.*

Очередность проведения мероприятий по борьбе с заилением водохранилищ должна быть примерно следующая (начиная с наиболее опасных участков):

1) *звено руслового подпора* – ликвидация эрозионных очагов в долинах второго типа (правобережная полоса) и в долинах первого типа (участки, примыкающие к крутым высоким берегам на обеих сторонах долины, и участки водосборов);

2) *звено мелкопойменного подпора* – ликвидация эрозионных очагов (в долинах первого и второго типа) на участках водосбора;

3) *участки речной долины*, расположенные выше вершины водохранилища (на протяжении примерно около 10 км), откуда выносы из эрозионных объектов могут попадать в русло и по нему дойти до вершины водохранилища;

4) *звено глубокого пойменного подпора* долины второго типа – ликвидация абразионных очагов на участке правобережья с крутыми и высокими берегами, примыкающими к затопленному руслу, если берега сложены сплошь из рыхлых песчаных или песчано-глинистых грунтов, или из рыхлых песчаных, песчано-глинистых пород в нижней половине берега и твердых в верхней. Все перечисленные участки, покрытые лесом, исключаются из объектов первоочередных противоэрозионных работ.

Выделив участки первоочередных работ, необходимо на каждом из них наметить эрозионные объекты, подлежащие мелиорации, и провести комплекс технических приемов, перечисленных выше при описании борьбы с заилением русла рек, не подпряженных плотиной.

Что же касается мероприятий по борьбе с абразией берегов, то в силу малой изученности этого явления такие работы придется ограничивать лишь приемами, наиболее технически и экономически доступными для колхозов и совхозов. Из таких приемов могут быть отмечены: создание на абразионно-опасном берегу по нижней его части (высотой до 5 м от наивысшего уровня водохранилища) густого покрова из ивовых кустарников, способных давать корневые отпрыски. Одновременно с этим – густое групповое облесение вышележащей неподмываемой части берега корнеотпрысковыми породами: терном, шиповником, берестом (с посадкой его на пень). Посадки следует проводить по ложбинам, как более увлажняемым, тщательно охраняя их от потравы скотом. Выше бровки крутого берега необходимо создавать из тех же пород прибрежную полосу (шириной 40-50 м).

На оползневых, неустойчивых, берегах следует проводить: а) облесение площадок бугристой поверхности: березой, осиной, лиственницей сибирской, а в сухих районах также дубом, вязом, кленом татарским; б) создание защитной кустарниковой (ивовой) полосы до высоты около 10 м от уровня воды; в) облесение корнеотпрысковыми кустарниками крутой прибровочной стенки оползня; г) облесение прибровочной прибрежной полосы (шириной 30-40 м) высокоствольными породами, чтобы предотвратить попадание на оползневую поверхность снежных наносов с прилегающих полей.

Глава VII
**УСЛОВИЯ ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВА В РАЙОНАХ
С ГЛУБОКО РАСЧЛЕНЕННЫМ РЕЛЬЕФОМ**

Роль расчленения территории гидрографической сетью

Для выявления хозяйственных особенностей различных земельных территорий большое значение имеет классификация территорий по коэффициенту расчленения их гидрографической сетью.

Чем больший коэффициент расчленения будет иметь территория, тем большая будет крутизна склонов на ней. С расчленением территории связаны такие природные условия, как степень увлажнения, характер снегоотложения и стока поверхностных вод, интенсивность процессов современной эрозии, а вместе с этим и условия проведения различных хозяйственных операций (обработка почвы, посев, уход за растениями, мелиоративные мероприятия по обводнению, облесению и пр.).

Для землеустроительных работ показатель расчленения территории позволяет более быстро определить общую крутизну и расчлененность рельефа и даёт возможность выявить для данной земельной территории условия размещения на ней границ основных угодий, полей и бригадных участков. Такой прием очень прост, он не требует топографических планов с горизонталями, а требует лишь планов с очертанием гидрографической сети с ответвлениями.

Рассмотрим, как же отражается на контурах отдельных элементов территории то или иное расчленение гидрографической сетью.

Если взять на плане с горизонталями какой-либо небольшой участок расчлененной территории, ограничивающий, например, участок верховья водосбора лощины, и провести на нем ряд линий стока от водораздельной линии до берега лощины, то мы выявим направление течения поверхностных вод на различных склонах водосбора. Изучение протяженности линий стока на склоне одной и той же экспозиции определенного звена сети показало, что линии стока на таком склоне в большинстве случаев имеют почти одну и ту же длину и почти одинаковую форму в вертикальном профиле (рис. 55).

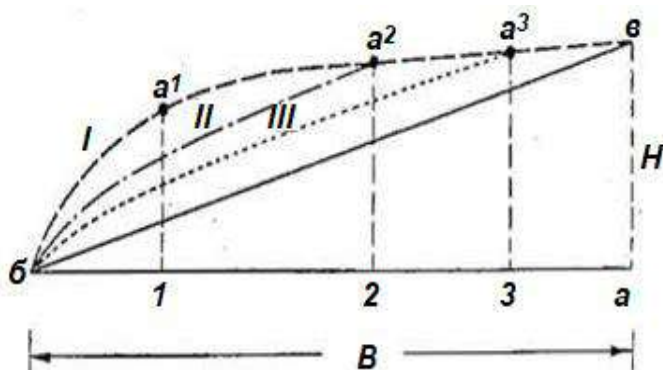


Рис. 55. Различные формы выпуклого профиля линии стока при одной и той же величине среднего уклона всего склона:

$ба^1в$ – кривая (I) с наименьшим протяжением крутой части склона; $ба^3в$ – кривая (III) с наибольшим протяжением крутой части склона; $в$ – водораздел; $б$ – основание склона; H – разность высот водораздела и основания склона; B – расстояние от водораздела до основания склона (по горизонтальной линии)

Эта площадь берегов и днищ гидрографической сети и тем меньший процент площади приходится на прилегающие к сети склоны (обращаемые под пашню). Кроме того, при одинаковой густоте расчленения территории склоны теневых экспозиций (северные, северо-западные, северо-восточные) бывают обычно длиннее склонов солнечных. В лесостепных и степных районах на площадях с коэффициентом расчленения 1,0-1,5 длина линии стока (от бровки берега сети до водораздельной линии) бывает примерно 400-600 м (на солнечных экспозициях и до 800 м на теневых, на площадь же самой гидрографической сети при таком коэффициенте расчленения приходится около 10-12% общей площади водосбора, то есть примерно в 10 раз больше величины коэффициента расчленения.

В густо расчлененных районах (с коэффициентом расчленения около 2,5) при длине линии стока 300 м (например, по правобережью р. Десны в Черниговщине) процент площади, занимаемой гидрографической сетью, доходит до 25-30; в более слабо расчлененных, сетью районах с коэффициентом около 0,5-0,6 и длиной линии стока 1000-1200 м на площадь сети приходится около 5-6%.

Это дает возможность по профилю линии стока судить о протяженности и форме в целом всего склона и предусмотреть возможность размещения на склонах границ сельскохозяйственных полей, угодий и участков защитных лесонасаждений. Изучение линий стока в районах с различной густотой расчленения территории гидрографической сетью показало, что, чем гуще гидрографическая сеть, тем короче линии стока, тем больший процент территории бывает занят площадью берегов и днищ гидрографической сети и тем меньший процент площади приходится на прилегающие к сети склоны (обращаемые под пашню).

Характерно при этом, что линии стока на склоне, никогда не идут перпендикулярно к оси гидрографической сети (перпендикулярно к бровке берега сети), а всегда направлены к ней под острым углом. Это обстоятельство всегда следует иметь в виду, применяя выражение «поперечное» или «продольное» направление границ пахоты (рис. 56). В практике часто поперечной пахотой называют пахоту, направленную параллельно бровке берега или параллельно оси сети, которая никогда не совпадает с горизонталью, определяющей понятие «поперечной линии».

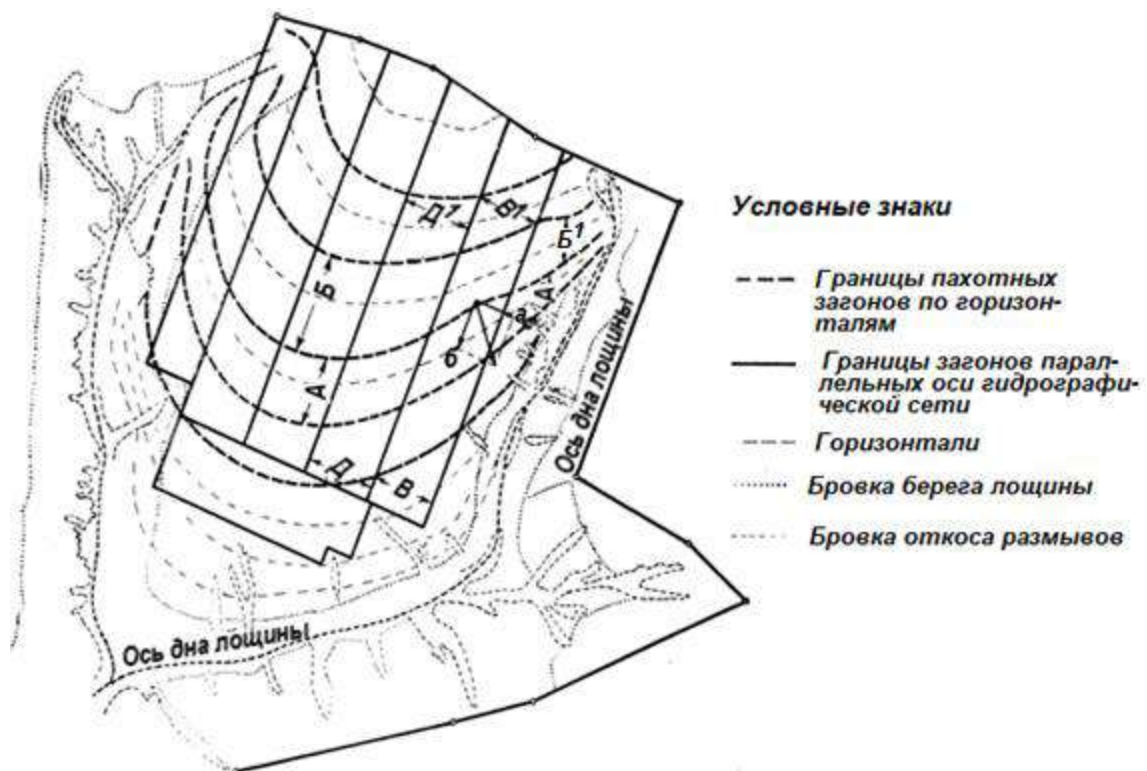


Рис. 56. Схема размещения пахотных загонов при пахоте по горизонталям склона и параллельно оси (или бровке берега) гидрографической сети на примере участка Новосильской опытной станции:

A, A^1 и B, B^1 – ширина загона при пахоте вдоль горизонталей, сменяющаяся от водораздела к сети: $B; B^1$ и $Д, Д^1$ – ширина загона при пахоте параллельно оси гидрографической сети (одинаковая на всем протяжении загона); oa – уклон к оси лощины; $об$ – уклон параллельно оси; $ов$ – равнодействующая уклонов

В вертикальном профиле линии стока на склоне почти всегда имеют форму кривой линии, притом чаще всего выпуклой книзу, но встречаются иногда и формы линий стока, близкие к прямой или во-

гнутой линии, что связано с различным составом покровных и коренных пород, слагающих склон. При этом форма кривизны линий стока обуславливается различным протяжением отрезков разной крутизны. Так, при выпуклой (наиболее распространенной) форме склона при одной и той же средней крутизне (определяемой формулой $i = \frac{H}{B}$, в которой H – высота склона, B – его заложение) наиболее крутые отрезки (сосредоточенные обычно около бровки берега сети) занимают небольшое протяжение, и линии стока принимают в таких случаях наиболее резко выраженную выпуклость. При охвате более крутыми отрезками наибольшего протяжения склона вся кривая получается тогда более сплюсненной, близкой к прямой линии.

Поэтому чем больший процент линий стока отходит под отрезки с крутым уклоном, тем худшие условия в целом будут создаваться для сельскохозяйственного использования такого склона и более опасен будет такой склон в отношении эрозии.

Ниже приводится соотношение отрезков различной крутизны в общем профиле склона при различной средней крутизне всего склона (табл. 7).

Таблица 7

Соотношение отрезков склона различной крутизны (в %)

Средняя крутизна склона	Крутизна отрезков				всего
	менее 0,03	0,03-0,05	0,05-0,08	свыше 0,08	
0,03	46	39	10	5	100
0,05	15	49	22	14	100
0,06	18	16	30	36	100

Разная форма склонов, как уже сказано, связана с различным составом и сочетанием пород (покровной и коренной), слагающих склон.

На участках водосборной площади с более углубленной гидрографической сетью, где окружающие ее склоны получили большую крутизну, процесс формирования покровной породы был более резко выраженным, обусловив большее сгуживание покровной лёссовидной породы к основанию склона. Притом отложение покровной породы в большей степени происходило на склоне теневой экспозиции, где более пологий первичный склон коренной породы давал возможность легко осаждаться на нем мелкоземистой покровной породе и особенно у его основания, где и создавалась поэтому наиболее выпук-

лая форма. На противоположном, более крутом, солнечном склоне такому отложению покровной породы противодействовало более интенсивное ее удаление с этого склона. И чем круче был такой склон, тем большая часть продуктов выветривания коренной породы удалялась с такого, склона в гидрографическую сеть, а в тех местах, где обнажалась плотная, трудновыветривающаяся каменистая порода, склон мог оставаться почти на всем протяжении без покровной породы. Покровная порода сохранялась лишь у самого подножья склона, что и вызывало формирование здесь вогнутого профиля.

Самое верхнее *ложбинное звено* сети, имеющее водосбор менее 50 га в районах средней расчлененности (с коэффициентом расчленения 1,0-1,5) представлено обычно небольшой впадиной с ровным, густо задернованным дном шириной 30-80 м и с весьма пологими (обычно поэтому распахиваемыми) склонами, постепенно сливающимися с окружающей пологой поверхностью остального водосбора. Представляя слабозаметное понижение, такая ложбина, однако, имеет в коренной породе по своей оси глубокую (до 5-6 м) впадину, *заполненную сплошь покровной породой*, являющейся следом той первичной гидрографической (водоотводящей) сети, которая сформировалась в период двух первых стадий послетретичного эрозионного цикла.

Для землестроителя такое явление представляет большой интерес в том отношении, что оно подтверждает послетретичную древность такой ложбины, отнюдь не являющейся, как это часто думают, продуктом какого-то углубления, образовавшегося по оси распахиваемого склона под влиянием современного смыва почвы и потому могущего быть просто ликвидированным. В действительности же такие ложбины, будучи древним образованием, охватывают иногда большую водосборную площадь и воспринимают поэтому значительную массу стекающей воды, способную при распашке днища ложбины вызвать развитие опасной эрозии в виде смыва и размыва.

Ложбинное звено по мере перехода в более низкие (по течению) участки сети постепенно углубляется и расширяется (до 100-140 м), принимая более резко выраженные берега крутизной до 10-20° (а иногда и более), которые уже не могут быть использованы под пашню, поэтому используются под луг или под лес. Такая форма звена сети, называемая *лощиной*, охватывает, более значительную водосборную площадь: в слабо расчлененных районах (с коэффициентом расчленения менее 1,0) до 500 га, в более расчлененных (с коэффициентом бо-

лее 1,0) от 100 до 300 га. Берега лощины обычно бывают одинаковой (по поверхности) крутизны, поперечные же их разрезы показывают, что мощность покровной породы на солнечных берегах меньше, чем на теневых, что связано с более интенсивным удалением продуктов выветривания коренных пород с более крутых склонов.

С переходом в следующие более низкие участки – *суходолы* – увеличивается ширина звена сети (до 200-300 м) и изменяются внешние контуры отдельных его берегов; солнечные берега становятся более крутыми, теневые – более пологими; вместе с этим меняется и мощность покровной породы – на теневых берегах она бывает максимальной, а на солнечных она часто отсутствует.

Водосборная площадь суходола достигает более значительных размеров (свыше 1000 га), причем свойственная этому звену сети асимметрия крутизны берегов в районах, слабо расчлененных сетью, возникает при значительно большем водосборе звена (2000-3000 га), чем в районах более расчлененных.

Суходольное звено, с увеличением его водосбора постепенно переходит в долину. Это звено сети большей частью встречается при водосборной площади, превышающей 3000-5000 га.

В лесостепной и степной зонах европейской части СССР в большинстве случаев распространены два типа долин. Долина первого типа имеет обычно на всем протяжении чередующиеся на обеих сторонах крутые и пологие берега. Крутые берега (свыше 20-30°) обычно бывают высокими (до 20-40 м и более) с вогнутым внутрь профилем, обнажающим непосредственно на поверхность коренную (в большинстве твердую) породу, иногда прикрытую лишь небольшим слоем покровной (лессовидной) породы. Противоположные им пологие, несколько выпуклые низкие берега обычно незаметно сливаются с прилегающим склоном и бывают большей частью сложены из мощного слоя покровной (лессовой или лессовидной) породы; коренная же порода на них редко обнажается и залегает обычно на глубине до 20 м и более. Дно долины (пойма) в первом типе долин бывает шириной около 100-300 м, пересекается руслом шириной 50-100 м, примыкающим ближе к крутым берегам.

Русло в плане имеет форму больших дуг, которыми пойма расчленяется на отдельные участки, прилегающие к пологим берегам долины.

Долины первого типа имеют обычно резко выраженный продольный уклон поймы (превышающий 0,0002).

Долина второго типа в отличие от первого, типа характеризуется более широкой (до 2-3 км) поймой с продольным уклоном менее 0,0002, крутым и высоким берегом, сложенным большей частью из коренных пород, на одной (чаще всего правой) стороне и пологим, сложенным из песчаных отложений, на другой. Русло в этой долине бывает сильно извилистым, местами даже петлистым, причем на пойме, кроме основного русла, встречаются часто и остатки прежних русел – старицы, в полоую воду становящиеся проточными, а в межень остающиеся с застойной водой или зарастающие болотной растительностью. Долины второго типа более распространены.

Гидрографическая сеть обычно имеет определенное *процентное соотношение* протяжения основных звеньев сети. Как правило, верхние звенья сети имеют относительно большее протяжение, чем нижние.

Ложбины и лоцины совместно с суходольным звеном составляют более 90% протяжения всей сети. На долинное же звено приходится всего лишь около 8% протяжения сети. Можно сказать, что в водосборе суходольного звена сосредоточена наибольшая часть используемой сельскохозяйственной земельной территории, и поэтому на изучение геоморфологических особенностей, входящих в нее трех главнейших звеньев гидрографической сети (ложбин, лоцин, суходолов) и должно быть обращено главное внимание землеустроителя, организующего земельную территорию.

Наиболее существенные для землеустройства *изменения в контурах звеньев гидрографической сети* имеются в районах с сильно расчлененным рельефом в европейской части СССР.

Здесь в результате третьего послетретичного цикла эрозии на многих участках гидрографической сети появились вторичные донные размывы, прорезающие созданные ранее днища и берега гидрографической сети, покрытые, плащом лёссовой и лёссовидной породы (рис. 57). В некоторых местах размывы углубились и в подстилающую их толщу коренных пород, создав в пределах ранее сформированной сети оригинальные крутостенные углубления, которые остались почти всюду не сглаженными.

Указанные формы эрозионных образований создали как бы непроходимую стену, затрудняющую ныне не только проезд, но и проход во многих местах сети. Такие участки малодоступны для нормального использования, они в то же время являются и причиной возникновения современных эрозионных образований.

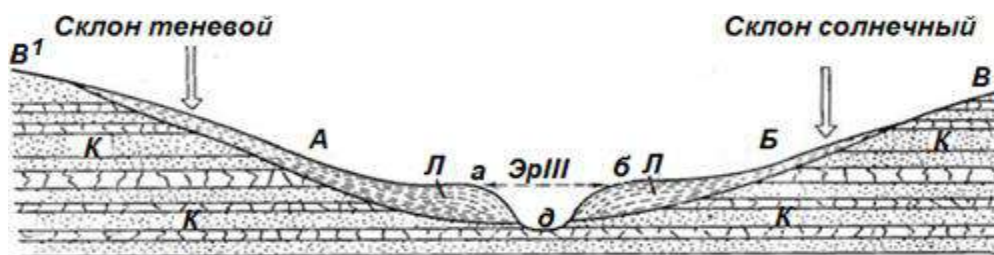


Рис. 57. Схематический поперечный разрез ложино-суходола, прорезанного донным размывом (руслом) третьего послетретичного цикла эрозии (правобережье средней и нижней Волги):

АВ – дно ложины (суходола); *ЭрIII (adb)* – поперечный разрез донного размыва третьей эрозии; *АВ¹* и *ВВ* – склоны, падающие к ложине; *Л* – покровная (лессовая, лессовидная) порода второй эрозии; *К* – коренная порода

Среди многообразных *форм ветвления гидрографических стволов* преобладающими из них являются следующие три формы (рис. 58):

- а) густое разветвление в вершинной части ствола и слабое – в низинной (тип гористого расчленения);
- б) почти однообразные разветвления на всем протяжении основного гидрографического ствола;
- в) веерообразное разветвление от устьевой части ствола.

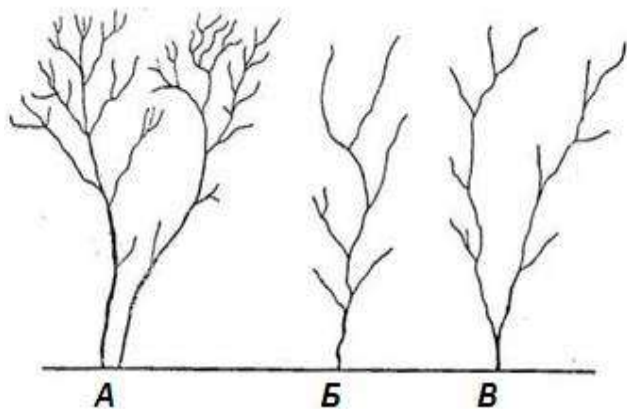


Рис. 58. Наиболее частые типы разветвления гидрографической сети:

А – тип гористого (густого) разветвления в вершине двух сближенных в устьях гидрографических стволов; *Б* – равномерное расчленение боковыми ветвями одиночного ствола; *В* – почти равномерные расчленения двух спаренных в устьях стволов

Вертикальный профиль водораздельной линии водосбора суходола в глубоко расчлененных районах почти всегда имеет вид волнистой линии с чередованием выступающих гребней и впадин различного размера и глубины (рис. 59).

Высшие пункты гребней называются водораздельными буграми, низшие – днищами водораздельных седловин. Участок между бугром

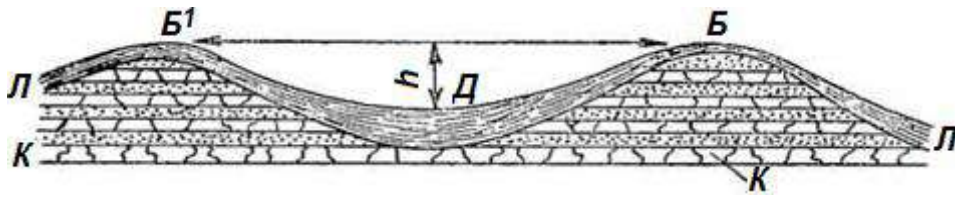


Рис. 59. Профиль и геологическое строение высокой водораздельной линии: $B'B$ – водораздельные бугры; $B'DB$ – водораздельная седловина; D – дно водораздельной седловины; h – глубина седловины; $Л$ – покровная порода; $К$ – коренная порода

и дном седловины составляет склон водораздельной седловины. Расстояние между соседними буграми по прямой линии составляет ширину седловины, а средняя разность высоты (между соседними буграми и дном седловины) – глубину седловины.

Глубина седловины обычно бывает тем больше, чем глубже гидрографическая сеть и чем круче падающие к ней склоны. В глубоко расчлененных сетью районах (с коэффициентом расчленения 1,2-1,5) эта глубина при ширине седловины в 1000-1200 м (равной примерно двойной линии стока ближайших склонов) бывает около 10-12 м. В некоторых районах с глубоко расчлененным рельефом (с коэффициентом около 2,0) эта глубина достигает 60 м при ширине всей седловины лишь 800 м.

Следует при этом отметить, что дно седловины в большинстве случаев располагается по линии, соединяющей кратчайшим путем вершины двух лощин (или ложбин), подходящих с противоположной стороны к данной водораздельной линии (рис. 60). По бокам такой линии располагаются тогда или водораздельные бугры, или неполно выраженные возвышения водораздельной линии.

Чем резче выражена гидрографическая сеть, тем более сближены вершины соседних лощин, причем нередко в таких случаях эти вершины подходят вплотную друг к другу, создавая этим явление так называемого анастомоза (соединения)*.

Что касается геологического строения площадей водораздельной линии, то обычно мощность покровной породы увеличивается на них от водораздельного бугра ко дну седловины, и чем резче волнистость водораздельной линии, тем резче проявляется разница в отложении покровной породы.

*Такое явление часто наблюдается по правобережью Волги около Камышина, по правобережью Десны ниже Новгород-Северска, по правобережью Днепра около Канева.

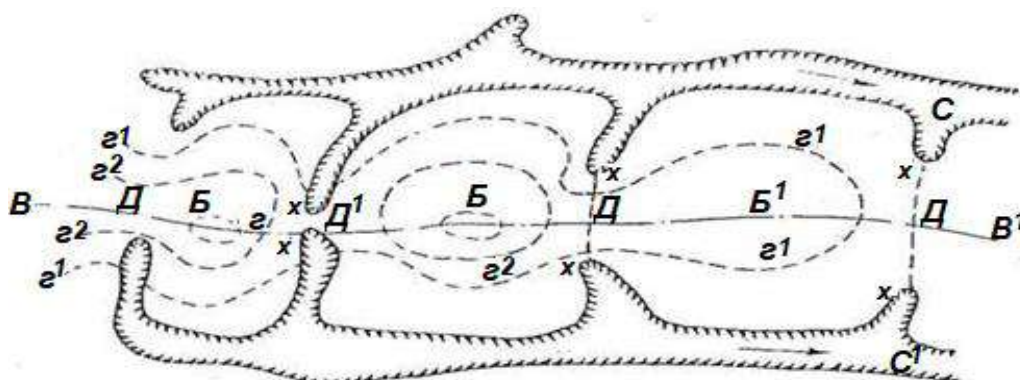


Рис. 60. Расположение водораздельных бугров и седловин между двумя соседними стволами гидрографической сети:

BV^1 – водораздельная линия; B – ясно выраженный водораздельный бугор; B^1 – неполно выраженный водораздельный бугор; D – водораздельная седловина; D^1 – водораздельная седловина в месте анастомоза (соединения) вершин лощин двух соседних стволов; C, C^1 – соседние гидрографические стволы; g, g^1, g^2 – горизонтالي

Последняя часто полностью отсутствует на водораздельных буграх и очень мощно отлагается по дну седловины. Эта разница еще более проявляется в зависимости от состава коренной породы: чем больше в коренной породе рыхлых песчано-глинистых (лёссообразующих) пород, тем больше мощность покровной породы в седловине; чем больше в окружающей коренной породе твердых, каменистых пород, тем меньше вообще мощность покровной породы.

Современная эрозия и ее влияние на контуры земельной территории

Современные эрозионные образования начали появляться, как было сказано выше, с интенсивным развитием земледельческой культуры. Процесс современной эрозии стал все больше и больше усиливаться, принося вред не только сельскому хозяйству, но и другим отраслям народного хозяйства.

Не останавливаясь здесь на изложении всех отрицательных явлений этой эрозии и на условиях ее возникновения и распространения, перечислим лишь те современные эрозионные образования, с которыми придется сталкиваться землеустроителям при работах на территориях, глубоко расчлененных гидрографической сетью (табл. 8).

Виды современных размывов и их характеристика

Вид размыва	Размер площади водосбора, га	Место появления размыва	Основные причины возникновения размыва
Донный	Более 50	Дно лощин и суходолов	Уничтожение леса и распашка крутых склонов водосбора
Береговой	3-10	Берега сети в местах подхода к ним рubeжа, напaши, борозды, ложбины	Вырубка леса на крутом берегу сети
Боковой	1-2	Высокие откосы донного размыва (преимущественно солнечных экспозиций)	Распашка дна суходола около донного размыва
Отвершковый	10-20	Крутое дно отвершка	Распашка крутого водосбора отвершка
Концевой	10-30	Вершины лощин в местах пересечения рubeжом или дорогой	Задержание воды рubeжом или дорогой на крутом водосборе
Подмыв берега	Более 500	Извитой донным размыв суходола	Интенсивный сток с распаханного водосбора суходола
Подмыв откоса древнего русла	Более 500	Преимущественно солнечные откосы древнего русла	Уничтожение леса и дерна на откосах древнего русла
Склоновый	2-15	Дно пологих ложбин на распахиваемом склоне	Сплошная распашка крутого длинного склона

Наиболее распространенным видом современного размыва является *донный размыв*. Он возникает по дну гидрографической сети под воздействием интенсивного стока поверхностных вод на окружающем водосборе или в результате уничтожения растительного покрова на участках большой крутизны, а также от нарушения условий спокойного передвижения по склону стекающей воды.

В зависимости от факторов, вызвавших размыв, размеры и форма донного размыва, а также состояние откосов бывают весьма различными. С этим связан и размер вреда, наносимого этим видом раз-

мыва, – от небольшой узкой промоины по дну сети до большого широкого и глубокого рва, захватывающего все дно древнего звена гидрографической сети.

Донный размыв очень часто располагается сплошь по всему дну гидрографической сети, не оставляя с краев площадок, на которых можно было бы заложить противоэрозионные древесные насаждения. В силу этого донным размывам не уделяется внимания, не проводятся мелиоративные мероприятия, несмотря на большой вред, который они приносят сельскому хозяйству.

Вторым по распространению видом размыва является *отвершковый размыв* (рис. 61), представляющий также донный размыв, но развитый преимущественно в боковых крутодонных коротких отвершках, приуроченных к нижним звеньям гидрографической сети (лощинно-суходольным, суходольным) и к крутым высоким берегам долин. В развитии этого вида размыва принимают участие поверхностные воды, стекающие со всего окружающего отвершек водосбора. От типичного донного размыва этот размыв отличается тем, что водосбор отвершкового размыва обычно бывает небольшим, но в то же время довольно крутым. Это делает такой размыв довольно интенсивным, захватывающим часто не только дно отвершка, но и значительную часть берегов, прилегающих к краю размыва.

Так же как и на типичные донные размывы, на этот весьма распространенный вид размыва из-за невозможности закладки лесных насаждений не обращают внимания, вследствие чего размыв продолжает свой рост.



Рис. 61. Отвершковые размывы в берегу суходола (Саратовская область). Фото С. В. Наумова

Третий вид размыва по распространению – *концевой размыв* – приурочивается к вершине гидрографической сети, к месту перехода верхнего звена сети (ложбины или лоцины) в пологий склон водосбора. В большинстве случаев он бывает разветвленным в соответствии с числом концевых водоподводящих ложбин. Обычно этот размыв появляется при пересечении вершины сети дорогой, концентрирующей по своим колеям, стекающую с окружающих склонов воду и направляющей ее большим потоком к вершине лоцины. Такие размывы опасны не только для самой дороги, но и для расположенных около нее угодий, границы которых из-за размыва должны переноситься на другие места, от чего происходит нарушение запланированного ранее размещения полей.

Оригинальным в отношении своего возникновения является четвертый вид размыва – *береговой размыв*. Этот вид не приурочивается, как описанные три вида размыва, к каким-либо определенным элементам древней гидрографической сети. Он является эрозионным образованием, связанным исключительно с неправильным (без учета особенностей рельефа) проведением границ землепользования, вызывающих концентрацию интенсивного стока поверхностных вод.

Каждая граница землепользования, будь то межа, дорога, рубеж, канава или даже глубокая разъемная борозда, является искусственным каналом, перехватывающим подтекающую к нему поверхностную воду и направляющим ее большим потоком в пониженные места. И чем больше таких каналов, тем гуще создаваемая ими сеть на земельной территории, тем быстрее проходит сток поверхностных вод и интенсивней размыв почвогрунта. Этим между прочим и объясняется, почему процессы современного размыва больше всего распространены на полях бывшего крестьянского единоличного землепользования, густая сеть границ которого, увеличивавшаяся из года в год, являлась причиной развития интенсивных процессов эрозии.

В настоящее время концентрацию стекающих вод и возникновение береговых размывов чаще всего создают устойчивые границы землепользования, которыми являются границы леса и пашни, границы луга и пашни, прибрежная граница пахотного склона около берега гидрографической сети. Благодаря формированию около таких границ, выступающих напашей (от ежегодной фигурной пахоты или от однообразной пахоты всвал или вразвал) создаются препятствия для прохода подтекающей к ним со склонов воды и происходит большое

ее скопление. Накопленная же вода начинает двигаться вдоль напаша, вбирая по пути все новые и новые ручьи и, дойдя до понижения, устремляется через него большой массой на прилегающий берег сети, где и создает глубокую промоину, нарушающую цельность угодья.

Такие береговые размывы не имеют определенных пунктов их размещения по берегу, как не имеют они и строго выдержанных размеров, связанных с определенной площадью водосбора, подчиняясь в своем развитии порой случайным условиям излива воды на берег сети.

Особенно оригинальным в этом отношении бывает появление берегового размыва на берегу, покрытом лесом, который, казалось бы, должен предупреждать размыв. Однако наличие леса очень часто создает по внешней границе берегов высокую напашь, преграждающую доступ воды со склонов в лес и концентрирующую ее вдоль лесной опушки. Там вода, найдя случайный проход, начинает большим потоком изливаться на облесенный берег, вызывая в нем размыв.

Из других менее распространенных видов современного размыва следует указать на *боковые размывы* (рис. 62), размещающиеся на крутых обнаженных откосах донных размывов, в местах подтекания к ним с примыкающих берегов небольших водных струй, концентрируемых частыми мелкими береговыми ложбинами. При стекании здесь

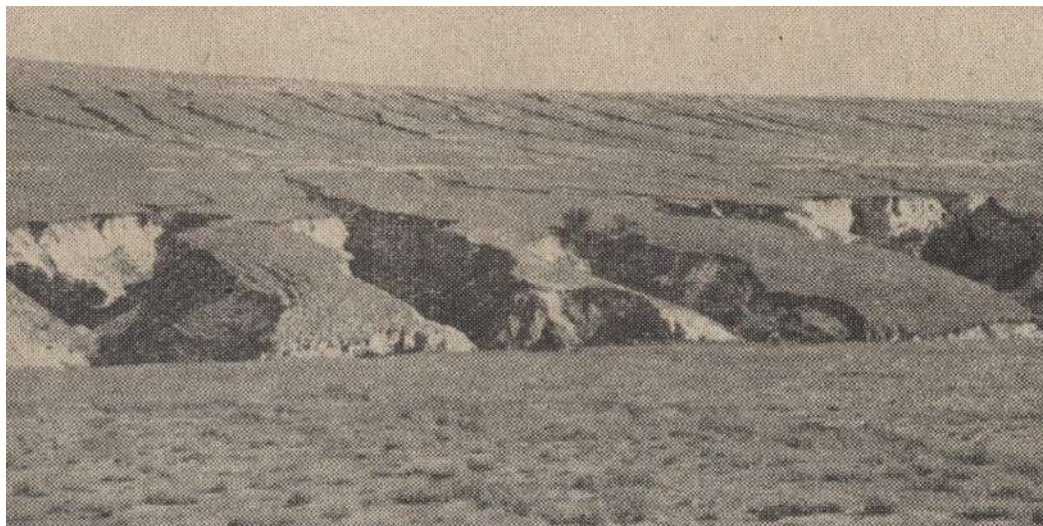


Рис. 62. Боковые размывы в откосе глубокого донного (древнего) русла на переднем плане и частые длинные береговые промоины с конусами выноса на заднем плане (суходол Пустобанный близ с. Нижняя Банновка по правобережью Волги). Фото С. А. Курцмана

воды с большой высоты крутого (и особенно с солнечного) откоса достаточно бывает даже небольшой струи воды, чтобы вызвать размыв такого откоса. Однако такие боковые размывы не достигают все же больших размеров, ограничиваются небольшой промоиной и редко, когда доходят до основания близлежащего берега.

Более вредоносными видами размыва, доставляющими немало хлопот при землеустройстве, являются *склоновые размывы*, образующиеся на пахотных склонах по дну пологих распахиваемых ложбин в районах с глубоко расчлененным рельефом. Такие ложбины ввиду небольшого их водосбора не могли бы вызывать большого размыва, если бы они не подвергались сплошной распашке. Именно эта распашка, нарушая устойчивость грунта, и является обычно основной причиной появления в дне ложбины сначала узкой и небольшой промоины, которая затем может перейти в большую по ширине и глубине промоину. Такие склоновые размывы создают большие затруднения при обработке почвы трактором, заставляя в лучших случаях делать ненужные объезды, а в худших – бросать обработку такого склона и обращать его под залужение.

Что же касается *процесса смыва*, то наблюдения, проведенные над его возникновением, показывают, что этот процесс возникает в настоящее время почти исключительно на участках, подвергающихся распашке или сильно вытравленных скотом. На участках же, покрытых травяной и лесной растительностью, смыва никогда почти не бывает. Но для развития смыва в резко выраженной форме необходим предельной крутизны и длины склон.

При выпуклых формах линии стока наиболее смытые участки пахотного склона обычно располагаются вблизи бровки берега гидрографической сети, охватывая при этом большую ширину склона на солнечных экспозициях и меньшую – на теневых. Ширина наиболее опасной полосы смыва (при коэффициенте расчленения 1,0-1,5) бывает от 100 до 250 м.

При распашке такой полосы на ней наблюдается наибольшее снижение гумусного слоя почвы, ухудшение ее структуры и понижение урожайности сельскохозяйственных культур, а при наличии ложбинности появляются мелкие и крупные размоины, затрудняющие обработку почвы.

При вогнутой форме линии стока, когда крутые участки сосредотачиваются в середине склона (ближе к водоразделу), смытые участки

приурочиваются преимущественно к этим отрезкам склона. Они обычно имеют ширину не более 100 м. Надо всегда иметь в виду, что ухудшение плодородия почвы здесь бывает связано не только со смывом, но также и с наличием на таких участках неразвитых (часто щебенистых) почв.

Современные размывы на древних эрозионных образованиях третьего послетретичного цикла, сохранивших лесную или травяную растительность, встречаются редко. Однако на тех участках, где существовавший на крутых откосах лес был сплошь вырублен, а дерновый покров вытравлен скотом, усиленный современный поверхностный сток, не будучи в состоянии сильно размыть дно (переуглубленное в период третьего цикла эрозии), бывает способным подмывать снизу подножье крутых обнаженных откосов. Это и является причиной постепенного ныне расширения древних донных образований третьего цикла.

Если подмывом будет охвачен весь задернованный откос древнего донного размыва, тогда по общему виду такой древний донный размыв трудно бывает отличить от современного донного размыва, а это может привести к ошибочному выводу о наличии в этом месте весьма опасной современной донной эрозии. На самом же деле в создании такой формы могли участвовать в большей степени воды послетретичной эпохи и в меньшей степени воды современной эпохи.

Разобраться в этом вопросе можно будет, если на основании обследования аналогичных образований в той же или соседней гидрографической сети будут найдены явные следы донного размыва третьего цикла эрозии в виде плотно задернованных (а еще лучше облесенных) участков крутых его откосов.

Это относится и к другим эрозионным образованиям третьего цикла, размещающимся по берегам и склонам, которые, однако, реже, чем донные, захватываются современным размывом; если они и встречаются, то только лишь в самом устье этих образований, никогда почти не достигая их вершины.

Тем не менее, в какой бы форме ни были представлены эти эрозионные образования, для землеустроителя они являются большой помехой при планировании границ землепользования.

Эти образования преграждают проход и переезд с одного берега гидрографической сети на другой; постройка же простейшего моста не дает положительных результатов из-за крутых подъездов к древним донным образованиям.

Что касается особенностей развития *современного смыва* в районах распространения третьего цикла послетретичной эрозии, то следует иметь в виду, что, смыв больше всего бывает приурочен к присетевым участкам пахотного склона, расчлененным частой древней ложбинностью, которая особенно резко бывает выражена на солнечных склонах суходольных звеньев и служит большой помехой для сельского хозяйства. В этом отношении особенно характерным является правобережье низовья Волги, где продольная ложбинность склонов не только препятствует нормальной работе сельскохозяйственных машин, но и способствует концентрации по ложбинам больших потоков стекающей воды, что при сплошной распашке склонов ведет к усиленному смыву почвы, переходящему часто в мелкоструйчатый размыв и в глубокие промоины. Это заставляет обработку почвы проводить вдоль склона узкими межложбинными участками или совершенно отказываться от обработки таких склонов, обращая их в луговое угодье*.

Организация землепользования в районах с сильно расчлененным рельефом

Выше были рассмотрены особенности внешнего строения сильно расчлененных территорий и развитие в них современных эрозионных образований, могущих отразиться на землеустройстве. Общий принцип выделения таких территорий основан на величине коэффициента расчлененности территории гидрографической сетью.

Выделение необходимо проводить по небольшим площадям, чтобы этим избежать включения в один и тот же район участков, резко различных по своему рельефу, как, например, участок правого и левого берегов речной долины второго типа, правый и левый участки большого суходола (резко различные по их экспозициям) или участки привершинный и приустьевой. Величину водосбора следует брать не менее 1500-2000 га, а коэффициенты расчленения территории – менее 1,0; 1,0-1,5; 1,5-2,0; 2,0-2,5; свыше 2,5.

С сильно расчлененным рельефом территорий связываются: увеличение процента крутых склонов вообще и в частности процента крутых склонов гидрографической сети, занимающей от 10 до 30% площади водосбора. Так, при коэффициенте 1,5 площадь гидрографи-

*См. Т. Ф. Антропов, Н. В. Церлинг. Противозерозионная обработка почвы на гофрированных склонах. «Вестник сельскохозяйственной науки» № 2, 1963.

ческой сети составляет 25% водосбора, в которой не менее $\frac{2}{3}$ площади отходят под ее крутые берега, обращаемые обычно под луговые и лесные угодья.

С увеличением густоты, а следовательно, и глубины расчленения, усложняется дифференциация звеньев гидрографической сети и прилегающих склонов по крутизне и экспозиции, а отсюда и дифференциация гидрологических и растительных условий, требующая различного подхода к выделению земельных угодий и к приемам их использования.

Что касается гидрографической сети, то здесь прежде всего должен быть выявлен тип звена, дающий определенные внешние контуры отдельным элементам сети: днищу и двум противоположным ее берегам.

В верхних звеньях сети (ложбинах и лощинах), охватывающих от 40 до 60% протяжения сети, где преобладают обычно более пологие контуры берегов, в районах с коэффициентом расчленения 1,0-1,5 при землеустройстве можно свободно размещать основные границы поперек самой сети, используя при этом значительную часть ее площади преимущественно под луговые угодья. В вершинах этих звеньев иногда возможно устройство прудовых водоемов, очень необходимых в глубоко расчлененных, бедных грунтовыми водами районах.

С переходом в нижележащие звенья (с водосбором свыше 300 га) условия для нормального землеустройства становятся все более и более затруднительными. Так, в районах с коэффициентом расчленения территории свыше 1,5-2,0 в переходном лощинно-суходольном звене, охватывающем от 20 до 30% протяжения гидрографической сети, нормальному использованию площади гидрографической сети начинает мешать появление асимметричных по крутизне берегов. На них только теневой берег остается пригодным под пастбище, солнечный же берег, бывающий более крутым, сильно иссушается и потому становится малопригодным даже под пастбище. И только обращение под лес может сделать его производительным угодьем. В силу этого нельзя здесь и намечать границы угодий поперек звена сети, тем более что почти всюду днище таких звеньев бывает прорезано современным донным размывом. К этому нужно добавить, что в таких лощинно-суходольных звеньях боковые короткие, крутодонные и крутобережные отвершки бывают также часто прорезаны глубоким донным размывом, что еще более усложняет землеустроительную работу. Даже самую верхнюю (идущую

по бровке берега) границу гидрографической сети в основном звене приходится делать сильно волнистой.

При таких контурах основного звена и боковых его отвершков площадь крутых берегов должна главным образом отходить под лес, а днище его (которое остается не затронутым размывом лишь около основания теневого берега) может служить только дорогой в период перевозки сена, собираемого с луговых участков теневого берега.

Что же касается использования лощинно-суходольных звеньев под устройство прудов, то для этого здесь неблагоприятные условия: глубокие донные размывы и частое обнажение в них водопроницаемых коренных пород, усиленный сток снеговых и ливневых вод, возможность быстрого заиления такого водоема продуктами эрозии, необходимость сооружения при водоеме солидного водоспуска.

В следующем суходольном звене (с водосбором свыше 1000 га) условия землепользования еще более усложняются. В этом звене, охватывающем примерно около 20% протяжения гидрографической сети (при общей ширине звена 200-400 м), наблюдается резкая асимметрия берегов. Более высокий и всегда почти крутой солнечный берег пригоден лишь под лес; однако облесение его имеет немало затруднений из-за большой крутизны и отсутствия на нем подходящей почвы, заменяемой коренной, бесплодной породой, а также и из-за частого расчленения такого берега промоинами больших и малых размеров. Противоположный же (теновой) берег бывает здесь, наоборот, более пологим, с мощным слоем покровной лёссовой породы, делающим его пригодным под луг, а также и под садовые насаждения. Отсюда видно, что объединение таких двух берегов, резко различных по природным признакам, невозможно.

Что касается днища суходольного звена, то, несмотря на то, что оно бывает здесь более широким, чем в двух предыдущих звеньях (доходит до 100-150 м), тем не менее наличие в нем почти всегда извитого донного размыва и занос его продуктами эрозии делают его пригодными лишь для прогона и выгона скота, в лучших же случаях для пастьбы скота по ровным его участкам.

Почти постоянными современными эрозионными образованиями в суходольном звене являются полукруглые (высотой до 5-10 м) подмывы его берегов в местах подхода к ним извитого донного размыва (рис. 63). При этом на солнечных его откосах всегда почти обнажается коренная порода (известняк, мел, мергель, песчаник, песок), а на теневых – покровная (лёссовая, лёссовидная) порода.



Рис. 63. Высокие подмывы в песчаном берегу суходола Беленького (около г. Камышина на Волге). Фото С. А. Курцмана

Такие подмываемые берега являются обычными очагами выноса грунта в нижележащие участки суходола и в ближайшую речную долину.

Большим препятствием для устройства в суходольном звене прудовых водоемов являются:

а) большой водосбор суходола, требующий при большой его крутизне большого и дорогого водоспуска;

б) возможность усиленного заиления продуктами выноса с вышележащих звеньев;

в) выход на поверхность в дне и у основания подмывов водопроницаемых коренных грунтов.

Единственно, на что можно здесь надеяться – это на возможное выклинивание из коренного берега (реже со дна суходола) глубоких водоносных горизонтов, нередко дающих в суходолах водообильные ключи, которые можно использовать для водопоя скота и для других хозяйственных целей, устраивая в таких местах небольшие копани. Однако подъезд к таким донным водоемам может быть удобным только по теневому, более пологому берегу, сложенному из рыхлого лёссового грунта. Противоположный же берег будет неудобен как для конного, так и для автомобильного транспорта.

В долинном звене, следующем за суходольным (начинается обычно с водосбора свыше 3000 га), форма основных его элементов – берегов и дна – в обоих типах долин бывает настолько различной, что выделение территории приходится проводить самостоятельно как по отдельным берегам так и по дну. При землеустройстве в этом звене противоэрозионные мероприятия могут иметь значение лишь на

участках с большой крутизной. Условия же землеустройства на остальных участках долины (на пологих участках берегов и пойме долины первого типа и на всей левой стороне долины второго типа) являются обычными, как на территории, не подвергающейся опасной эрозии и являющейся объектом обычного землеустройства. Поэтому эти участки здесь рассматриваться не будут.

В долинах первого типа основным землеустроительным мероприятием в районах с коэффициентом расчленения свыше 1,0 на участках, примыкающих к крутым и высоким отрезкам берега, является выделение границы крутых участков берега (с уклоном свыше 10°), которые должны быть обращены в лесные угодья. Границу их, начиная от наивысшего пункта вогнутого изгиба берега, проводят, придерживаясь направления уклона более 10° , и ведут по направлению к устьевым участкам впадающих гидрографических стволов до места перехода крутого устьевого склона (свыше 10°) в пологий (менее 10°). По расстоянию между устьями таких гидрографических стволов, впадающих в долину, определяется обычно протяженность крутых берегов долины.

В долинах второго типа, у которых крутой берег располагается большей частью на одной (обычно правой) стороне долины, граница крутых (свыше 10°) берегов выделяется так же, как и в первом случае. В долинах этого типа в большинстве случаев боковые гидрографические стволы пересекают основной берег примерно через 600-1000 м.

Если по намеченной границе будет проектироваться облесение нижележащей части берега сети, то в целях ликвидации вредного влияния больших снежных сугробов, отлагающихся около опушки леса, следует предусматривать около будущей опушки леса луговую полосу шириной примерно 50 м для отложения на ней основной массы снежных скоплений. Следует иметь в виду, что особенно много снега накапливается около опушек, обращенных на южную и юго-восточную стороны.

В целом площадь гидрографической сети представляет земельный фонд, на котором развиты почти все виды современного размыва (донного, берегового, бокового, конечного). Это обязывает проводить здесь противоэрозионные мероприятия исключительно почти лесомелиоративного и луговодственного характера.

Присетевой фонд и его использование

За пределами гидрографического фонда на прилегающем склоне землеустройство значительно осложняется. В районах с густым и глубоким расчленением (с коэффициентом свыше 1-1,5) склон, круто падающий к гидрографической сети, под влиянием интенсивно стекающих по нему поверхностных вод (снеговых и ливневых) резко дифференцируется как в отношении характера почвы, так и в отношении подверженности его современным процессам эрозии.

В большинстве случаев участок склона, примыкающий непосредственно к берегу гидрографической сети, подвергается наибольшей эрозии, и его поэтому приходится выделять в особый, *присетевой фонд*, остальную же площадь склона, вплоть до водораздельной линии, можно считать слабо эродируемым фондом, *приводораздельным*.

В отличие от гидрографического фонда присетевой фонд характерен тем, что поверхностный сток на нем идет не сосредоточенным большим потоком, как в гидрографической сети, а обычно мелкими струями и ручьями, рассеянными по склону. Вследствие этого при распашке такого склона развиваются преимущественно процессы смыва, размыв же на нем встречается лишь в форме отрогов береговых промоин и рвов, приуроченных к наиболее резко выраженным ложбинам, тянущимся вдоль склона.

Нижней границей этого фонда обычно служит верхняя граница гидрографического фонда, отделяющая площадь берега сети с уклоном свыше 10° от остальной более пологой части склона. Что же касается верхней границы присетевого фонда, то выделение ее представляет больше трудностей, так как для нее не имеется тех объективных показателей в виде резких выступов.

Тем не менее выделение этого фонда в особую группу пахотных земель в условиях сильно эродируемых районов бывает необходимо, ибо повышенная его крутизна при воздействии на его площадь массы поверхностных вод, подтекающих с вышележащей водосборной площади приводораздельного фонда, и наличие на нем древних и современных ложбин, усиливающих эрозию, создают неблагоприятные условия для нормальной его обработки и для предупреждения смыва вносимых в почву удобрений. Это и заставляет при его использовании под пашню применять приемы, отличные от принятых на землях, не подверженных эрозии. Отказываться же от выделения присетевого

фонда якобы в целях упрощения обработки всего массива пахотного склона (от водораздела до гидрографической сети) нерационально.

При широко распространенном в эродированных районах выпуклом профиле склонов наиболее объективным и наиболее простым показателем верхней границы присетевого фонда может служить величина наибольшего уклона не свыше 0,05 (3°). Участки пашни с меньшей крутизной относятся к приводораздельному, более пологому фонду.

Как показали наблюдения над развитием смыва, уклон в 3° является обычно критическим; превышение его обуславливает развитие на пахотном склоне резко выраженной эрозии в виде смыва и мелкоструйчатого размыва.

Кроме уклона, дополнительным показателем принадлежности участка склона к присетевому фонду может служить большое распространение по склону древних и современных ложбин. В некоторых случаях выделению этого фонда могут помочь имеющиеся сведения о смывности почв по сравнению с близлежащим участком, явно не подвергавшимся смыву. К присетевому фонду при таком сравнении должны быть отнесены участки, в которых мощность гумусного горизонта почвы будет составлять лишь 30-50% мощности несмытого горизонта почвы. Однако пользование таким показателем для выделения смывной почвы представляет много неудобств, связанных с довольно сложной и не всем доступной работой по определению мощности гумусного слоя почвы. Кроме того, ввиду изменчивости этого показателя в зависимости от продолжительности и вида культуры на данном месте нельзя им пользоваться для вновь осваиваемых сельскохозяйственных угодий, где он, конечно, не может дать показателей, характеризующих потенциальную возможность смыва данной почвы.

Ширина охвата склона присетевым фондом в условиях резко расчлененного водосбора колеблется от 100 до 250 м, что примерно соответствует $1/6-1/5$ в протяжения линии стока данного склона, обычно составляющей в зависимости от экспозиции и вида звена сети от 400 до 800 м. При большей длине склона и большей ее крутизне присетевая часть склона может иметь большую ширину, а при короткой пологой – меньшую. Во всяком случае при длине линии стока менее 300 м присетевая площадь снижается до такой величины (менее 80 м), когда уже нет смысла выделять смывные земли в специальный противоэрозионный фонд. В таких случаях примерно половина такой ширины может быть отнесена к основному приводораздельному фонду, остальная – присоединена к гидрографическому.

В большинстве случаев большая ширина смытых почв при указанных выше коэффициентах расчленения наблюдается на склонах суходольных звеньев, и особенно на солнечных экспозициях.

Около речных долин присетевой фонд сосредоточивается преимущественно на склонах, примыкающих к крутым и высоким берегам долины.

При выделении присетевого фонда следует стремиться к тому, чтобы вершины резко выраженных ложбин, так же, как и вершины глубоких промоин, пересекающих пахотный склон, по возможности все были включены в присетевой фонд. Благодаря этому вышележащий приводораздельный фонд будет свободен от неудобных для земледельного использования элементов склона, что создает удобную для механизации пахотную площадь.

Выделенная указанным путем верхняя граница присетевого (или, что-то же самое, нижняя граница приводораздельного) фонда должна иметь по возможности прямолинейные очертания (без мелких изгибов) и быть направлена, *примерно параллельно оси ближайшего звена гидрографической сети*, в сторону которого падает данный склон. В районах с глубоко расчлененным рельефом к направлению верхней присетевой границы следует по возможности приспособлять и границы земледельного использования на прилегающем приводораздельном фонде.

В условиях наиболее резко выраженного рельефа, при укороченном гумусном слое почвы и близком залегании к поверхности щебенистых грунтов, когда ширина присетевого склона крутизной свыше 3° достигает более 200-250 м, почти всегда приходится около бровки берега гидрографической сети выделять полосу наиболее смытых земель, расчлененных частыми размоинами и затрудняющих использование ее под пашню. Такую полосу, именуемую фитофондом, необходимо обращать или под лес, или под пастбище, мелиорируемое лесными насаждениями.

Границу такой полосы в большинстве случаев следует приурочивать к уклону, превышающему 0,08, и по такой границе можно закладывать узкую лесную (древесную или кустарниковую) полосу.

Так как выделенный фитофонд приходится использовать под лесное или под лугопастбищное угодье, то параллельность этой границы с указанной выше верхней границей присетевого фонда не является обязательной.

Особенно необходимо выделение фитофонда в районах с частыми крутыми склонами, прилегающими к большим речным долинам, охваченным третьим послетретичным циклом эрозии, где древний эрозионный процесс оставил свои резкие следы в виде частых больших размоин, расположенных вдоль, склона на расстоянии 150-200 м одна от другой, и в виде массы более мелких ложбин между ними, препятствующих обработке почвы параллельно оси сети. Поэтому для предупреждения развития эрозии необходимо всю площадь склона, расчлененную ложбинами, начиная от верхней границы (соединяющей вершины склонов древних рвов), отводить под присетевой фонд, выделяя в нем особо участок фитофонда, расчлененный глубокими ложбинами и прорезанный размоинами. Этот участок используется или как луг, или как пастбище, мелиорируемое защитными лесными полосами.

В условиях вогнутого профиля склона, встречающегося, как указывалось, преимущественно в суходольных звеньях сети, в местах резко выраженного рельефа, где крутые отрезки обычно сосредоточены в средних частях склона, а присетевые части представляют пологий шлейф, сливающийся с днищем суходола, вместо типично присетевого фонда выделяется лишь крутой отрезок склона. Верхнюю границу его проводят по линии перехода пологой приводораздельной части в крутой склон, с уклоном свыше $0,05$ (3°), а нижнюю границу – по линии обратного перехода крутой части в пологую.

Направление обеих этих границ (особенно нижней) должно быть по возможности параллельно оси ближайшего звена сети. Это позволит выделять на шлейфе однотипные участки по почве и по воздействию на них стекающей воды и сделает их удобными для размещения границ полей севооборота и защитных лесных полос.

Геоморфологические и эрозионные особенности присетевого фонда требуют и особых приемов его освоения, предупреждающих возникновение опасной эрозии и способствующих восстановлению и повышению плодородия смытых почв, утраченного в предшествующие периоды.

В этих целях на площади присетевого фонда должны применяться: специальный почвозащитный севооборот, особая обработка почвы и удобрения, равно как и специфические типы размещения фитомелиоративных мероприятий.

Почвозащитные севообороты должны включать 50-60% площадей многолетних трав, которые предупреждают, смыв почвы, за-

держивают густым сплетением стеблей и листьев несомый водой почвенный ил и восстанавливают плодородие смытых почв. Пропашные культуры, требующие частых обработок и рыхлений, должны по возможности исключаться из этих севооборотов.

Вместо чистых паров нужно ввести в севооборот занятые пары, избегая при этом поздних осенних обработок, способствующих весеннему смыву почвы. Поля почвозащитного севооборота своими длинными сторонами должны размещаться параллельно верхней границе присетевого фонда, которая, как указывалось, должна проводиться примерно параллельно оси ближайшего звена сети.

По такому же направлению должны размещаться в пределах присетевого фонда и основные границы лесомелиоративных насаждений.

При обработке почвы на присетевых (почвозащитных) участках необходимо иметь в виду, что обычная глубокая обработка почвы может здесь вызвать выворачивание на поверхность бесплодной подпочвы. Поэтому на таких, смытых, почвах необходимо бывает сочетать обработку на глубину существующего здесь укороченного гумусного горизонта с дополнительным углублением (почвоуглубителем) на 10-12 см или же следует проводить обработку почвы без оборота пласта*.

Основная вспашка на присетевом фонде должна быть исключительно загонной (параллельно верхней границе фонда) с чередованием пахоты всвал и вразвал.

Осеннюю вспашку нужно проводить возможно раньше, чтобы до зимы вспаханная почва могла достаточно осесть, ибо рыхлая почва в малоснежные зимы может подвергаться усиленному выдуванию, а весной – смыву. Весеннюю обработку следует также начинать раньше, чем на приводораздельной части склона, ибо присетевая часть склона (особенно на солнечных экспозициях) освобождается от снега значительно раньше. Поэтому и закрытие влаги должно быть проведено как можно раньше. Весенний посев, уборка, а также посев озимых должны проводиться здесь также возможно раньше. Наличие на этом фонде частых ложбин при большой его крутизне заставляет во многих случаях, особенно на узких загонах, расчлененных ложбинами, где приходится делать частые крутые повороты, применять конные орудия.

* Более подробно об этом см. статью Т. Ф. Антропова – Противозерозионная эффективность безотвальной вспашки почвы на склонах. «Вестник сельскохозяйственной науки» № 1, 1961.

В отношении применения удобрений необходимо иметь в виду большую потребность присетевых земель в азотном удобрении, которое должно восполнять потерю азота из почвы при смыве наиболее мелких (богатых азотом) частиц.

Приводораздельный фонд и его использование

В районах, сильно расчлененных гидрографической сетью и подверженных интенсивной эрозии, приводораздельный фонд, хотя по сравнению с присетевым меньше подвержен эрозии, однако на нем немаловажное значение имеют противоэрозионные мероприятия, так как он служит всегда основным очагом вод, стекающих на нижележащий присетевой и гидрографический фонд.

Поэтому здесь необходимо проведение мероприятий по задержанию и замедлению стока вод и регулированию снегоотложения и снеготаяния. Являясь исключительно почти пахотным угодьем, приводораздельный фонд требует прежде всего особого подхода к размещению на нем границ землепользования, играющих большую роль в усилении поверхностного стока и образовании на пахотных склонах эрозионно-опасных водных потоков.

Нижней границей приводораздельного фонда является его граница с присетевым, которая должна идти приблизительно параллельно оси ближайшего звена, сети.

Что же касается остальных границ приводораздельного фонда, то вопрос о размещении их в условиях эрозионных районов является более сложным. Обычно существует мнение о необходимости в таких случаях направлять основные границы полей длинными сторонами поперек склона. Но в таком случае совершенно неясно, что нужно понимать под термином «поперек склона». Если таковым направлением считать, как это часто указывают в литературе, направление параллельно или примерно параллельно горизонталям склона, *то в условиях сильно расчлененного рельефа*, где на склонах почти всегда встречаются мелкие и крупные ложбины (и древние и современные), *горизонталы никогда почти не имеют прямолинейного очертания, а всегда принимают извилистую форму* и притом весьма различную с соседними горизонталями. В силу этого расстояние между ними то сближается, то расширяется, и поэтому приурочивать к таким горизонталям границы землепользования никто, конечно, не будет. Положение еще осложняется и тем, что на склонах, даже и небольшой крутизны, соседние гори-

зонтали при переходе от высоких точек склона к нижним, как правило, всегда сближаются, и особенно при приближении к бровке берега гидрографической сети. Здесь сближение доходит почти до предела, что вполне понятно из закономерностей формирования гидрографической сети и прилегающих к ней склонов. На каждом склоне всегда можно наметить два основных направления его падения: одно к ближайшему пункту дна сети, другое параллельно падению оси этого дна; равнодействующей двух этих направлений будет направление линии стока, то есть линий наибольшего падения склона.

Кроме того, ориентировать границы вдоль горизонталей нельзя и потому, что в эродированных районах такие границы не будут иметь прямолинейного очертания и не будут идти параллельно друг другу. Как правило, они, переходя от высоких участков склона к низким, всегда будут сближаться, а это обстоятельство никогда не даст возможности получить требуемые агротехникой пахотные загоны одинаковой ширины и одинакового примерно качества на всем протяжении. Участки загона, примыкающие к водораздельной линии, будут менее подвергаться процессам эрозии и поэтому будут обладать лучшими качествами по сравнению с участками того же пахотного загона, находящимися дальше от водораздельной линии и ближе к гидрографической сети.

Условия, связанные с основными законами формирования рельефа, заставляют в эродируемых районах основные границы полей ориентировать в направлении *примерно параллельно верхней границе присетевого фонда*, а где его нет, *то параллельно оси ближайшего звена сети*, что позволит иметь загоны одинаковой ширины и одинаковой подверженности процессам эрозии*.

Возникающий при таком направлении (преимущественно на нижних частях склона) несколько усиленный сток может быть значительно ослаблен применением соответствующих простейших приемов распыления. Этого в районах с глубоко расчлененным рельефом нельзя избежать, так как постоянная извитость мелкими ложбинами всегда будет вызывать усиление стока в направлении к оси таких ложбин.

Указанные геоморфологические особенности эрозионно-опасных территорий заставляют отказываться от применения многих рекомендуемых приемов ликвидации эрозионных процессов, основанных на принципе их горизонтальности, например, от задержания

*Многие опытные землестроители размещают границы полей в таком направлении, называя его, однако, неправильно – «поперек склона».

стекающих вод путем невысоких горизонтальных валиков, горизонтальных борозд, контурных вспашек, требующих абсолютно точного размещения их по горизонталям (без чего они будут прорваны). То же следует сказать и о рекомендуемых некоторыми специалистами приемах террасирования пахотных склонов (устройство горизонтальных террас), при применении которых межтеррасные участки должны будут суживаться в направлении от водораздела к гидрографической сети. В условиях же крупного хозяйства при необходимости обработки почвы правильными (одинаковой ширины) загонами придется рассекать такие террасы в различных направлениях, в силу чего они будут менять свой профиль и прорываться.

В севооборотах на приводораздельном фонде увеличивается площадь пропашных культур, которые должны быть сюда перенесены с площадей почвозащитного севооборота. Из мелиоративных противоэрозионных мероприятий на приводораздельном фонде, кроме полезащитных лесных полос на участках, где этому благоприятствуют топографические условия, должны быть сосредоточены водо- и ветрозадерживающие, а также снегораспределительные мероприятия.

Влияние расчлененного рельефа на размер полей

Густое расчленение территории гидрографической сетью в эродированных районах не дает возможности создать систему полевых участков достаточной ширины и длины, особенно при необходимости заложения здесь также и сети полезащитных полос (рис. 64).

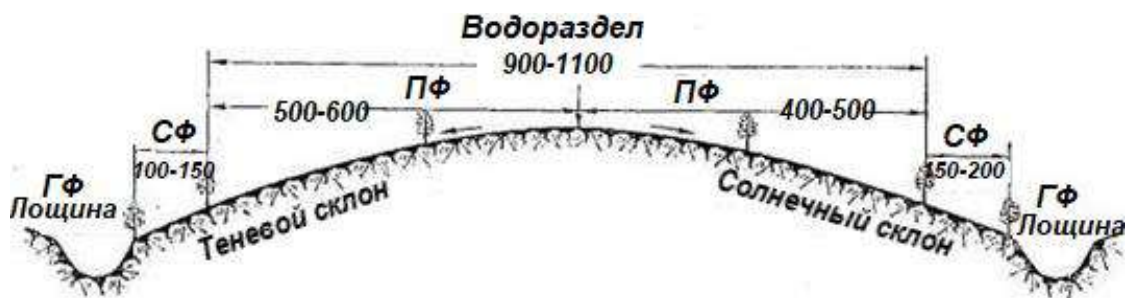


Рис. 64. Ширина приводораздельного фонда в поперечном профиле между двумя соседними стволами гидрографической сети (при среднем коэффициенте расчленения 1,5 и средней длине линии стока около 600 м):

ПФ — приводораздельный фонд; *СФ* — присетевой фонд; *ГФ* — гидрографический фонд. Место размещения защитных полос показано условным знаком дерева

В самом деле, если за среднюю величину протяженности падения линии стока склонов выпуклой формы (от водораздельной линии до бровки берега гидрографической сети) принять, как указывалось выше, 600 м и считать, что при такой линии стока присетевая, наиболее смытая, часть склона будет иметь ширину 150-200 м, то на основную часть приводораздельного фонда останется ширина в 400-500 м.

Что же касается возможной длины основных пахотных загонов, то и она в этих районах лимитируется предельным (ближайшим) расстоянием между соседними звеньями сети, которое обычно не может быть более 1200-1400 м (редко бывает 1500 м). Если из этого расстояния отнять ширину присетевого фонда, то на долю приводораздельного фонда останется не более 1100-1300 м. И только в вершинах сети, подходящих близко к водораздельной линии, где глубокие водораздельные седловины при слабо выраженном их анастомозе не будут создавать преград для прохода плуга, длина пахотного гона там может получаться несколько большего протяжения.

Если перейти к районам с более густым расчленением гидрографической сетью, где линии стока снижаются до 300 м, что наблюдается, например, по правобережью Десны (в Черниговщине) и Днепра (близ Канева) и на многих территориях северной лесостепи, где присетевой фонд обычно ограничивается небольшой его шириной лишь на более длинных солнечных склонах суходольных звеньев, то там приходится вообще отказываться от полезащитных полос, возлагая их функции на лесные насаждения, выращиваемые по берегам гидрографической сети. В таких районах даже и поля, охватывающие всю межсетевую площадь (шириной не более 500-600 м), имеют размеры, крайне суженные густой гидрографической сетью, редко позволяющие создавать удобный пахотный загон.

Из специфических условий выделения границ землепользования в сильно эродируемых территориях следует указать на размещение границ эрозионных фондов на склонах с вогнутым профилем, в большинстве случаев, встречающихся в суходольных и долинных звеньях гидрографической сети. Крутая их часть сосредоточивается примерно на середине склона, а пологая – около водораздела и в подножье склона. На таких склонах средняя его часть крутизной свыше 3°, используемая в качестве присетевого севооборота, окаймляется с верхней и нижней стороны границами, идущими примерно параллельно направлению оси близлежащего звена гидрографической сети.

По этим границам, если это необходимо, можно закладывать и полевые защитные полосы. В случае же обнажения на этой крутой части склона щебенистых или песчаных грунтов, вся такая площадь обращается под окаймляемый лесными полосами фитофонд, с присущим для него луговым и лесным использованием. Залегающая выше верхней границы выделенного присетевого фонда водораздельная часть склона обращается под обычный полевой севооборот, а площадь, расположенная ниже выделенной крутой части склона, обращается под пахотное угодье, на котором границы полей и длинных загонов намечаются примерно параллельно нижней границе крутой части склона или параллельно направлению оси близлежащего участка гидрографической сети.

При наличии на высоких водоразделах выходов каменистых, щебенистых или песчаных грунтов (коренных пород) их площадь отделяется от остальной пашни постоянными границами и обращается под лес. Подлежат выделению и все встречающиеся на водоразделе глубокие заболоченные западины и блюдца, покрытые водой или богатой растительностью.

Дорожная сеть в районах, подверженных эрозии

В районах с большим коэффициентом расчленения территории дороги, как указывалось выше, почти всегда являются каналами, способствующими концентрации большой массы воды, вызывающей развитие интенсивного размыва. Проявление такого размыва может быть весьма различным в зависимости от размещения дороги на водосборной площади гидрографической сети.

Рассмотрим здесь случаи размещения дорожной сети по территории глубоко расчлененного водосбора.

Наиболее удобным и безопасным в отношении эрозии будет размещение дороги на водораздельной площади, и особенно вблизи самой водораздельной линии, когда пересекаются лишь водораздельные седловины и высокие водораздельные бугры. Такие дороги не будут перехватывать никакой другой воды, кроме той, которая выпадает на площадь, занимаемую самой дорогой (рис. 65).

Некоторую опасность такие дороги могут представлять лишь в местах пересечения глубоких и суженных водораздельных седловин, где крутой уклон их может вызвать в местах анастомоза усиленный

подток воды к днищу седловины с прилегающих бугров, что потребует применения распылителей стока.

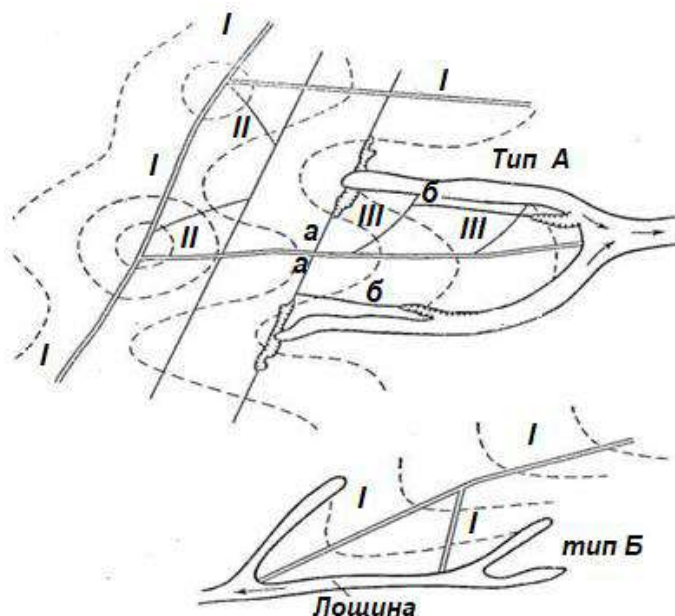


Рис. 65. Схема размещения дорожной сети для глубоко расчлененных районов, подверженных интенсивной эрозии:

А и *Б* – типы расчленения территории; *I* – дороги по водораздельным линиям (мало опасные в отношении развития эрозии); *II*, *III* – дороги, более эрозионно-опасные: *а* – дороги около вершин лощин; *б* – дороги вблизи бровки берега гидрографической сети (наиболее опасные в отношении возникновения размыва)

Менее удобным будет расположение дороги, идущей вдоль линии стока склона. Теоретически рассуждая, такая дорога, как и приводораздельная, должна как будто бы мало перехватывать воды с прилегающих склонов, воспринимая лишь осадки, выпадающие непосредственно на нее. Но так как ровные склоны без ложбин встречаются редко, то такие дороги, примыкающие к линии стока, будут все же концентрировать около себя ручьи поверхностных вод (особенно при большом уклоне линии стока) и больше всего в подножье того склона, куда направлена эта линия. Поэтому устройство дорог такого направления потребует применения соответствующих распылителей стока.

С наихудшим направлением в эродированных районах всегда будут дороги, проложенные вдоль бровки берега; и чем ближе они будут к ней, тем опаснее будет их влияние на сток и возникновение интенсивного размыва. Не менее опасными в отношении эрозии являются и дороги, подходящие к вершине гидрографической сети. Часто наблюдаемое здесь возникновение больших концевых размывов является следствием именно такого размещения дороги. Такое размещение дороги бывает связано с необходимостью сокращения пути при переезде с одной стороны гидрографической сети на другую. Однако можно устроить дорогу в более безопасном месте в отношении

размыва – ближе к водораздельной линии, на что не потребуются и большого изменения направления дороги, так как водораздельная линия бывает расположена близко от вершины лощины.

Влияние границ землепользования на возникновение и развитие эрозии

Чем гуще искусственно создаваемая канализационная сеть границ землепользования, тем интенсивнее происходит перехват ими поверхностных вод и отвод их в гидрографическую сеть.

Поэтому с увеличением сети границ землепользования увеличивается иссушение склонов, усиливается смыв почвы и удаление из нее питательных солей. В результате понижается плодородие почвы и урожайность возделываемых культур. Такое явление было характерным для земель крестьянского общинного землепользования с его регулярными переделами земли, вызывавшими уменьшение земельных наделов и увеличение сети границ землепользования.

С переходом к социалистическому землепользованию, уничтожившему эту губительную густую сеть границ землепользования, был сделан первый шаг к восстановлению нормальных условий землепользования. Однако грехи прежнего мелкого землепользования оказались во многих местах настолько значительными, что их не удалось ликвидировать полностью, и они поэтому до сих пор проявляются в виде больших площадей смытых почв, многочисленных размывов и, что всего досадней, в виде густой сети мелких и глубоких ложбин, усугубляющих вред от существующих на этих склонах древних эрозионных образований.

Со всеми этими изъянами земельной поверхности придется сталкиваться землеустроителям, которые должны соответствующим образом исправить грехи прежнего землепользования.

Землеустроителю необходимо ясно представлять, в каких местах больше всего можно ожидать отрицательных эрозионных явлений, связанных с наличием границ землепользования. В этих целях прежде всего необходимо выделить площади с большим коэффициентом расчленения территории гидрографической сетью, где на участке с крутыми склонами проведение границ землепользования является эрозионно опасным, усиливающим поверхностный сток (рис. 66).



Рис. 66. Концентрация весенних талых вод глубокой бороздой, проведенной на крутом пахотном склоне (Волгоградская агролесомелиоративная опытная станция)

В таких местностях эти процессы более энергично будут развиваться на солнечных склонах и притом наиболее сильно в суходольном звене, где склоны имеют большую крутизну и поэтому более подвержены эрозии.

В целях ликвидации вредного влияния границ очень важно бывает знать, насколько стабильна может быть та или иная граница, отделяющая участки, занятые различными культурами.

Так, если к границе с обеих сторон будут примыкать сходные участки или участки, занятые культурами, сходными по основным видам обработки и использованию (например, пашня – пашня, пашня – луг), между которыми краевые участки могут быть безболезненно передвинуты на небольшую величину, то такую границу можно считать нестабильной, легко используемой для закладки по ней распылителей стока, ликвидирующих концентрацию больших водных потоков.

Но если такая граница является стабильной (как, например, граница между пашней и лесом), передвижение которой будет сопряжено с большими хозяйственными неудобствами, то на такой границе распыление стока будет уже более затруднительным. Особенно опасной в этом отношении будет граница между пашней и лесом на склонах, обращенных на юг, юго-восток и восток, где в зимнее время около лесных опушек накапливаются громадные сугробы снега. В начале снеготаяния эти сугробы сильно уплотняются, в силу чего талые воды, подтекая к плотному сугробу, не имеют возможности быстро пройти внутрь него и потому начинают течь вдоль опушки леса, затем превращаются в большие потоки и вызывают возникновение размыва в местах излива их на прилегающий берег гидрографической сети.

Такой ненормальный процесс стока снеговой воды еще более усугубляется наличием около опушки леса высокой напашки, возни-

кающей от однообразной (не чередующейся) пахоты всвал или вразвал на примыкающих к лесным опушкам участках.

Если граница отделяет пахотные угодья от таких же пахотных угодий или от луговых, то формирование высокой напаша в таких случаях всегда легче бывает избежать периодической ее отпашкой в ту или другую сторону. Этого крайне трудно добиться при наличии по соседству леса. В этом случае, помимо регулярного срывания напаша плугом (или, что лучше, бульдозером), необходимо засыпать разъемную борозду и после этого делать специальные распылители стока.

В случае границы пашни с лесом необходимо вдоль сильно заносимой снегом опушки выделять узкую полосу (шириной от 20 до 50 м) за счет прилегающей пашни для отложения на ней сугроба снега, с обращением ее площади под луговое угодье, для которого излишнее увлажнение почвы не может быть вредным.

Поскольку в эродируемых районах большая часть границ длинных полей и бригадных участков должна проводиться примерно параллельно оси гидрографической сети, то эти границы будут иметь уклон, а следовательно, будут концентрировать около себя стекающую воду. Поэтому нужно принимать меры по ликвидации стока путем его распыления.

Распыление стока необходимо применять и на всех других границах и бороздах, искусственно создаваемых на пашне. Следует помнить, что в районах с глубоко расчлененным рельефом поверхностный сток в весенний период может достигать 80% общего количества осадков, выпавших за зимний период, и больше. Поэтому уход за границами землепользования путем регулирования стока по всем концентрирующим воду объектам в этих районах должен стать таким же неотложным мероприятием, как и обычные сельскохозяйственные работы, тем более что распылительные приемы не требуют больших затрат труда и средств и являются очень простыми.

Для прерывистой перекопки разъемных борозд, прокопки рубежей и напаша может быть легко сконструировано подходящее орудие.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие.....	545
Глава I. Развитие рельефа в районах эрозии почвы.....	547
Внешнее и внутреннее строение гидрографической сети и прилегающих к ней склонов водосбора.....	547
Период возникновения и причины развития гидрографической сети и примыкающих к ней склонов.....	558
Циклы послетретичной эрозии и их следы на территории.....	564
Отложение покровной лёссовой и лёссовидной породы.....	566
Особенности развития третьего цикла послетретичной эрозии.....	568
Глава II. Восстановление плодородия смытых почв.....	577
Техника выделения смытых земель.....	577
Общая характеристика мероприятий на смытых почвах.....	583
Смытость щебенистых и малоразвитых почв.....	587
Регулирование стока на склонах.....	588
Агротехнические мероприятия на склонах, подверженных смыву.....	589
Восстановление плодородия почв присетевого фонда.....	591
Повышение плодородия сильно смытых и щебенистых участков.....	592
Роль древесно-кустарниковой растительности в ликвидации смыва	594
Глава III. Эрозия почвы и борьба с засухой.....	596
Влияние глубины расчленения территории на иссушение почвы.....	596
Роль современной эрозии в усилении засухи.....	598
Влияние на увлажнение почвы лесных насаждений, расположенных на водораздельных склонах.....	600
Влияние на увлажнение почвы лесных насаждений, расположенных по гидрографической сети.....	603
Практические мероприятия для борьбы с засухой в условиях расчлененного рельефа.....	606
Глава IV. Кормовые угодья в районах с глубоко расчлененным рельефом.....	618
Гидрографическая сеть как лугопастбищное угодье.....	618
Процессы размыва в пределах гидрографической сети и влияние их на состояние кормовых угодий.....	619
Кормовые угодья вне гидрографической сети.....	623
Кормовые угодья на щебенистых почвах.....	624

Кормовые угодья мелиоративного назначения.....	627
Улучшение и восстановление травостоя на гидрографической сети...	627
Кормовые культуры почвозащитного севооборота.....	630
Размеры площадей под кормовыми угодьями на гидрографической сети.....	632
Глава V. Защитные противоэрозионные леса	635
Геоморфологические основы выделения мелиоративных лесов.....	635
Противоэрозионная роль естественных лесных насаждений.....	643
Отрицательное влияние границ лесных насаждений.....	647
Защитная роль лесонасаждений на эрозионных образованиях третьего послетретичного цикла.....	649
Восстановление защитных противоэрозионных лесов.....	651
Глава VI. Заиление сельскохозяйственных угодий и водоемов	657
Очаги и отложение продуктов смыва и размыва.....	658
Элементы территории, подвергающиеся заилению.....	662
Состав наносов на различных элементах территории.....	665
Хозяйственные объекты заиления.....	668
Заиление объектов, расположенных в нижних звеньях гидрографической сети.....	672
Заиление рек и водохранилищ.....	678
Заиление водохранилищ больших гидростанций.....	682
Глава VII. Условия землеустройства в районах с глубоко расчлененным рельефом	689
Роль расчленения территории гидрографической сетью.....	689
Современная эрозия и ее влияние на контуры земельной территории.	698
Организация землепользования в районах с сильно расчлененным рельефом.....	705
Присетевой фонд и его использование.....	710
Приводораздельный фонд и его использование.....	715
Влияние расчлененного рельефа на размер полей.....	717
Дорожная сеть в районах, подверженных эрозии.....	719
Влияние границ землепользования на возникновение и развитие эрозии	721

СОДЕРЖАНИЕ ТОМА

Барабанов А. Т. Предисловие.....	5
Барабанов А. Т. Значение трудов А. С. Козменко и Г. П. Сурмача в создании школы эрозиоведения и основ адаптивно-ландшафт- ного земледелия.....	7
Козменко А. С. Отчет Тульской экспедиции.....	24
Козменко А. С. Работы Новосильской опытно-овражной станции по изучению приемов борьбы с эрозией.....	99
Козменко А. С. Основы противозерозионной мелиорации.....	133
Козменко А. С. Теоретические основы борьбы с эрозией почв	505
Козменко А. С. Борьба с эрозией почв на сельскохозяйственных угодьях.....	543

ИЗБРАННЫЕ ТРУДЫ
НАУЧНОЙ ШКОЛЫ ЭРОЗИОВЕДЕНИЯ
А. С. КОЗМЕНКО – Г. П. СУРМАЧА
в четырех томах

Том первый

*Составитель и ответственный редактор А. Т. Барабанов
Компьютерная верстка В. Г. Гирявенко
Ответственный за выпуск В. Г. Гирявенко*

Подписано в печать 16.11.2023.
Формат 60×90 1/16.
Объем 46,27 уч.-изд. л. Заказ 4.
Тираж 500 (первый завод 50).

400062, Волгоград, Университетский проспект, 97.
Копировально-множительный сектор ФНЦ агроэкологии РАН

Для заметок



КОЗМЕНКО АЛЕКСЕЙ СЕМЁНОВИЧ

Родился 27 марта 1878 г. в Москве. В 1901 г. окончил Московский университет (естественное отделение физико-математического факультета по специальности «Геология и почвоведение»), в 1905 г. Московский сельскохозяйственный институт (агрономическое и инженерное отделения). В 1908 г. возглавил гидрогеологический отдел Тульского губернского земства. В 1921 основал Новосильскую опытно-овражную станцию (Орловская обл.), которой в последствии руководил до 1938 г. Потом заведовал отделом борьбы с эрозией почв во ВНИАЛМИ.

Первый отечественный ученый, положивший начало систематическому исследованию эрозионно-гидрологического процесса и разработке системы мер по его регулированию. Он впервые в мире создал оригинальную теорию рельефообразования и формирования покровных отложений в результате единого эрозионно-аккумулятивного процесса в послетретичное время и разработал научные основы противозрозионной мелиорации, ставшие фундаментом современной адаптивно-ландшафтной системы земледелия; первым выделил древние и современные эрозионные образования, что позволило дифференцированно подходить к планированию и разработке мероприятий по борьбе с эрозией почв; обосновал целостную генетическую взаимосвязь суходольной и речной гидрографической сети; предложил выделение особых эрозионных фондов, принцип регулирования стока и эрозии на всей территории водосбора от водораздела до тальвега и применение целостной системы противозрозионных мероприятий.

Он впервые обратил внимание на первостепенную негативную роль смыва почвы в сравнении с традиционной точкой зрения об оврагообразовании. Это повлияло на представления о причинах падения плодородия почвы и послужило базисом для обоснования системы противозрозионных мероприятий. А. С. Козменко принадлежит классификация оврагов по их местоположению, им предложена первая в стране классификация почв по степени их смывистости.