В. М. КРЕТИНИН

ПЛОДОРОДИЕ ЛЕСОМЕЛИОРИРОВАННЫХ ПОЧВ В ОПЫТНОЙ СЕТИ ВНИАЛМИ ВО ВТОРОЙ ПОЛОВИНЕ XX ВЕКА

Волгоград∗2017

УДК 631.4:634.93

Кретинин В. М. Плодородие лесомелиорированных почв в опытной сети ВНИАЛМИ во второй половине XX века. – Волгоград: ВНИАЛМИ, 2017. – 122 с.

Изложены результаты многолетних полевых и лабораторных исследований мелиоративного влияния защитных лесных насаждений на почву агролесоландшафтов научных и производственных учреждений по природным зонам РФ во второй половине XX в. Изучена аккумуляция органических и биофильных веществ в почве, рассчитан экологический, энергетический и экономический эффект агролесомелиорации, предложен мониторинг плодородия почв на южной территории РФ в XXI в.

Работа рассчитана на производственников, специалистов в области агролесомелиорации, почвоведения, экологии, студентов и аспирантов.

Kretinin V. M. Fertility of sheltered ameliorated soils of research network of VNIALMI in the second half of the 20th century. – Volgograd: VNIALMI, 2017. – 122 p.

The paper presents the results of many-year field and laboratory research on ameliorative influence of protective forestations on soil of agrolandscapes of scientific and industrial institutions according to the natural zones of the Russian Federation in the second half of the 20th century. The researchers studied the accumulation of organic and biophile soil elements, estimated the ecological, energetic, and economical effectiveness of agroforestry, suggested the monitoring of soil fertility in the south of the Russian Federation in the 21st century.

The paper is intended for the industrial workers, specialists in agroforestry, soil science, ecology, students and post-graduate students.

Рецензент: **А. С. Рулев,** д. с.-х. н., акад. РАН

ISBN 978-5-900761-99-2

© В. М. Кретинин, 2017
© ФНЦ агроэкологии РАН, 2017

ВВЕДЕНИЕ

Рост народонаселения и промышленного производства, развитие техносреды во второй половине XX в. заметно ухудшают окружающую природу, усложняют землепользование. Уменьшение площадей естественных лесных, степных, луговых и водных угодий сопровождается резким увеличением пахотных угодий. Интенсификация земледелия, неумеренный выпас скота негативно сказываются на плодородии почвы. На юге РФ в условиях недостаточного увлажнения происходит иссушение почв и грунтов, развитие засух и суховеев, опустынивание территории.

Из-за нестабильной социально-политической ситуации и преимущественно ресурсозатратного ведения хозяйства большинство сельскохозяйственных земель России находится в состоянии мелиоративного и экологического кризиса. В системе мер по стабилизации и оздоровлению экологической обстановки, рациональному использованию и охране земельных ресурсов одно из ведущих мест принадлежит агролесомелиорации и многоцелевому лесоразведению.

Лесомелиорация является наиболее доступным, длительно действующим и экологически чистым фактором биологической мелиорации почв. Под ЗЛН и на прилегающих полях существенно изменяются условия почвообразования, направленность и скорость почвенных процессов, повышается потенциальное и эффективное плодородие почв. Практическая и теоретическая значимость лесомелиорации обусловлена необходимостью повышения мелиоративной эффективности уже имеющихся 7 млн га и дополнительного создания более 4 млн га защитных лесных насаждений (ЗЛН).

Агролесомелиоративное почвоведение зарождалось вместе со степным лесоразведением. Его основы заложены в трудах отечественных ученых В. В. Докучаева, П. А. Костычева, Г. Ф. Морозова, Г. Н. Высоцкого, А. А. Измаильского, В. Р. Вильямса. Дальнейшее углубление знаний о взаимодействии лесных насаждений с почвами связано с именами С. В. Зонна, Г. М. Тумина, Л. Т. Земляницкого, П. Е. Соловьева и многих других исследователей.

Важный вклад в развитие защитного лесоразведения внесли работы Особой экспедиции Лесного департамента (1892-1899 гг.) в степях России под руководством В. В. Докучаева, которые положили начало комплексному экологическому исследованию степей и разработке методов их облесения на научной основе [14].

В советский период защитное лесоразведение становится планомерным государственным мероприятием по борьбе с засухой, суховеями и эрозией почвы. До 1941 г. в СССР было создано свыше 900 тыс. га ЗЛН. Но наибольший размах защитное лесоразведение получило в послевоенные годы в связи с постановлениями Совета министров СССР от 29 октября 1948 г. "О плане полезащитных лесонасаждений, внедрения травопольных севооборотов, строительства прудов и водоемов для обеспечения высоких и устойчивых урожаев в степных и лесостепных районах европейской части СССР" и от 20 марта 1967 г. "О неотложных мерах по защите почв от ветровой и водной эрозии".

В настоящей монографии обобщены материалы исследований автора и сотрудников лаборатории почвоведения Всероссийского научно-исследовательского института агролесомелиорации (ВНИАЛМИ) в 5 южных природных зонах РФ во второй половине XX в. Разработаны методология исследований плодородия лесомелиорированных почв и методика изучения и определения свойств почв агролесоландшафтов (АЛЛ). Определены объемы и темпы аккумуляции гумуса, биофильных элементов в почве АЛЛ и трех полизональных субъектов РФ, рассчитана эколого-энергоэкономическая эффективность лесомелиорации почв.

В полевых исследованиях 70-90-х гг. XX в. принимали участие аспиранты и научные сотрудники З. М. Селянина, В. В. Леонов, А. В. Верченов, М. А. Савостин, А. Н. Штеба, Н. М. Рудой, Л. В. Дубовская, Б. А. Исупов, Ю. И. Илясов.

1. МЕТОДОЛОГИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ ПЛОДОРОДИЯ АГРОЛЕСОМЕЛИОРИРОВАННЫХ ПОЧВ

Методология исследований плодородия почв на лесомелиорированных территориях начала развиваться вместе со степным лесоразведением. Ее основы заложены в трудах отечественных ученых В. В. Докучаева, П. А. Костычева, Г. Ф. Морозова, Г. Н. Высоцкого, А. А. Измаильского, В. Р. Вильямса.

Методика исследований плодородия почв обсуждалась в изданиях по агролесомелиорации [1, 2], агролесомелиорации почв [3, 40], энциклопедии агролесомелиорации [68], методических руководствах [53].

Исследования плодородия лесомелиорированных почв являются определяющими в агролесомелиоративном почвоведении. Организуются они в природных зонах, внутри них – в агролесомелиоративных районах, а затем в агролесоландшафтах. Агролесоландшафт – природно-антропогенная система, в которой средствами защитного лесоразведения при участии естественных лесов и перелесков создаются постоянные лесомелиорированные биорубежи, обладающие стабилизирующим воздействием на агросферу и способствующие наиболее эффективной адаптивной организации сельскохозяйственной территории и сельскохозяйственного производства на ландшафтной основе. Термин агролесоландшафт предложен Е. С. Павловским и А. С. Рулевым [62, 68].

Современные процессы почвообразования и полиморфизм агролесомелиорируемых почв в значительной мере определяются особенностями лесозащитных биогеоценозов (БГЦ). Согласно ГОСТу 264-85 (22), лесные БГЦ на сельскохозяйственных землях подразделяются на агро- и зоолесомелиоративные.

Особые условия почвообразования и мелиорации агролесомелиорированных почв (ветровой поток, снегоотложение, влагообеспеченность, микроклимат, формирование урожая сельхозкультур на межполосном поле) в лесозащищенных аграрных БГЦ являются основанием для выделения экологических зон (рис. 1): I – на заветренной стороне лесополосы (ЛП) на расстоянии 0-10Н (Н –

высота ЗЛН); II – на расстоянии 10-20Н; III – на наветренной стороне (0-6Н). Вдоль поперечных (дополнительных) ЛП (0-5Н) экологические условия такие же, как и в зоне III. При этом число и протяженность мелиоративных зон могут значительно изменяться в зависимости от природных условий, особенностей строения ЗЛН, их высоты, направленности и интенсивности почвенных процессов. Так, зона улучшения водного режима почвы, повышения урожайности сельхозкультур значительно шире (10-20Н), чем аккумуляции продуктов смыва, дефляции почвы и гумуса (2-10Н). Мелиоративные зоны формируются и около других лесозащитных ценозов, окольцовывают лесные колки и куртинные ЗЛН.

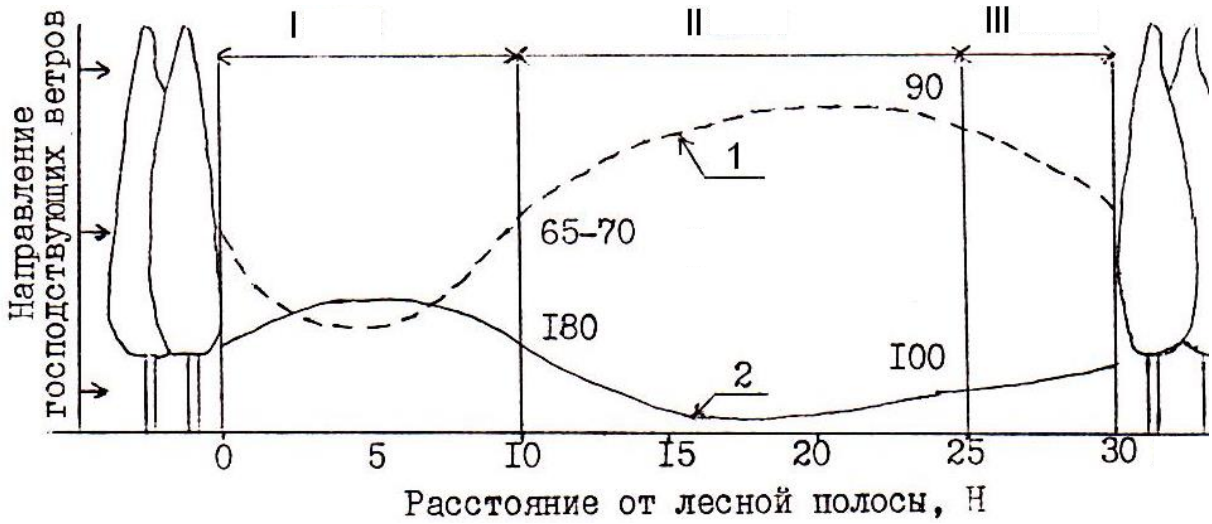

Рис. 1. Дифференциация межполосного пространства на зоны [18]:
1 – скорость ветра (% от скорости в открытом поле), 2 – снегоотложение (% от высоты в открытом поле). Зоны межполосного поля: I – зона снежного шлейфа с заветренной стороны, II – межшлейфовая зона, III – зона снежного шлейфа с наветренной стороны

В АЛЛ происходит дифференциация условий и процессов почвообразования, отчетливо выраженная в трех зонах (рис. 2).

Зона А – интенсивного процесса почвообразования – включает аграрный БГЦ. Здесь формируется лесная подстилка, промывной тип водного режима почвы, активно аккумулируются органические и минеральные вещества.

Зона Б – умеренного процесса почвообразования – включает лесозащищенные аграрные БГЦ на расстоянии до 4Н от узкополосных ЗЛН. Здесь отмечается повышенная влагообеспеченность, периодически промывной тип водного режима, высокая продук-

тивность сельхозкультур, активные процессы аккумуляции вещества и выноса биофильных элементов.

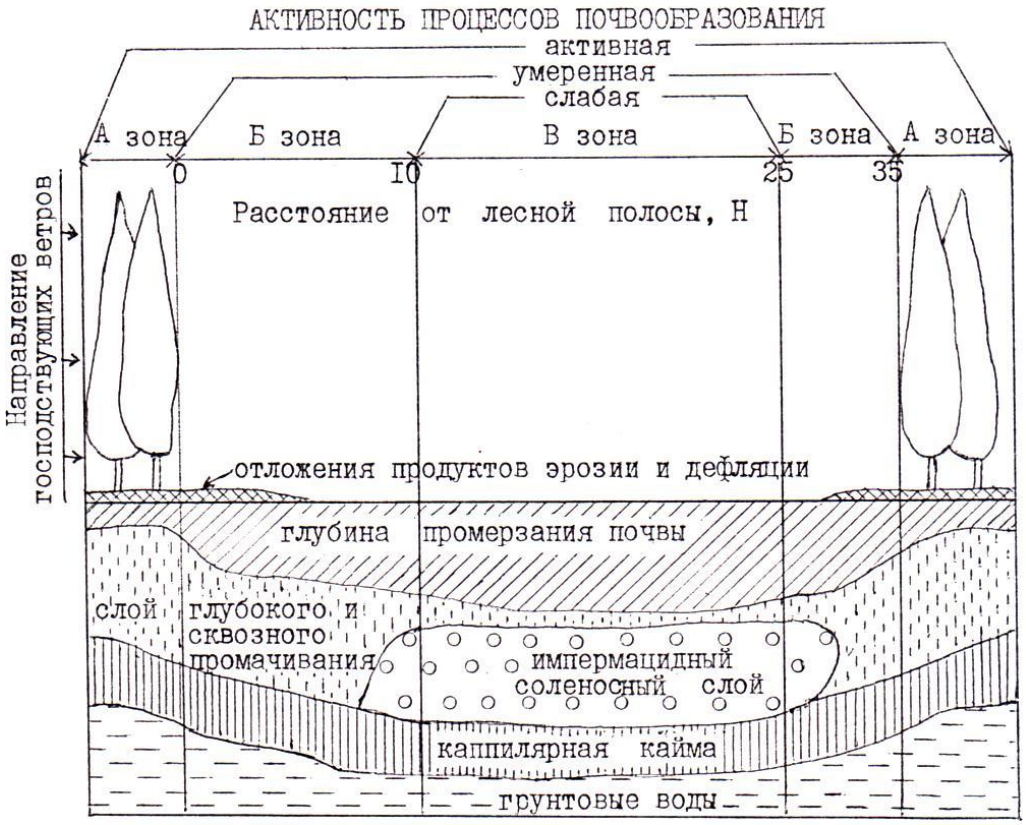

Рис. 2. Дифференциация процессов почвообразования в лесозащитных и лесозащищенных БГЦ:

А – зона интенсивного, Б – умеренного, В – слабого (автоморфного) процесса почвообразования

Зона В – слабого автоморфного почвообразования – включает лесонезащищенные аграрные БГЦ на расстоянии более 10-20Н от ЗЛН.

Повышение плодородия деградированных и нарушенных маргинальных почв достигается совместным применением агротехнических и лесоводственных мероприятий. Вначале проектируют размещение ЗЛН и простейшие гидротехнические сооружения, затем проводят землеустройство, глубокую (40-70 см) основную обработку почвы, внесение мелиорантов, 1-3-летнее парование почвы, снегозадержание, что обеспечивает глубокое увлажнение почвы, способствующее улучшению приживаемости деревьев и кустарников. Длительная или пожизненная культивация почвы способствует устойчивости и долговечности произрастания ЗЛН.

ЗЛН, являясь элементом культурного агролесоландшафта [40, 41], существенно изменяют условия почвообразования. Мощным биологическим фактором воздействия на почву явилась замена степной и культивируемой травянистой растительности на древесную, обеспечивающую формирование лесомелиорированных почв, биогеоценотического горизонта лесной подстилки, вовлечение в биологический круговорот мощной толщи почвообразующих и подстилающих пород, высокие темпы аккумуляции веществ.

Среди основных процессов почвообразования на лесомелиорируемой территории отмечают следующие:

накопление и трансформация фитомассы;

аккумуляция продуктов эрозии и дефляции;

формирование лесной подстилки, морфологического профиля;

поступление и расходование атмосферных осадков;

формирование антропогенных грунтовых вод (ГВ);

рассоление и рассолонцевание почвы;

аккумуляция органических и минеральных веществ;

микробиологические процессы превращения веществ;

трансформация питательных веществ, вынос их урожаем;

задержание, утилизация ксенобиотиков.

Плодородие лесомелиорированных почв определяют по общепринятым руководствам [5, 9], исходя из анализа следующих показателей:

запас и состав лесной подстилки;

мощность генетических горизонтов, глубина вскипания карбонатов и залегания выделения солей;

состав структурных и водопрочных агрегатов;

гранулометрический состав;

плотность;

порозность;

гумус;

групповой и фракционный состав органического вещества;

CO_2 почвенных карбонатов;

валовой состав;

солевой состав;

pH;

поглощенные катионы и емкость поглощения.

Улучшение физических свойств лесомелиорированных почв выражается в увеличении количества структурных агрегатов разме-

ром 1-10 мм, повышении их водопрочности, уменьшении плотности сложения почвы; физико-химических свойств – в подкислении реакции почвенного раствора, увеличении обменной и гидролитической кислотности, поглотительной способности с преобладанием поглощенного кальция; химических свойств – в аккумуляции гумуса и биофильных элементов, рассолении и рассолонцевании почвы; биологических свойств – в формировании видового разнообразия и численности почвенных животных, микроорганизмов [40].

Изменения морфологического строения, почвенных режимов, свойств лесомелиорированных почв свидетельствуют об эволюции их генезиса в направлении почвенных аналогов северного типа, хотя они и остаются в гомологическом ряду в соответствии с зональным типом степного (черноземного, каштанового) почвообразования. Изменения отмечаются отчетливо лишь на видовом уровне, например по мощности, выщелоченности, засоленности, гумусированности почв.

Углубление исследований лесомелиорированных почв возможно лишь при организации системных, длительных полевых стационарных наблюдений почвенных режимов: теплового, водного, солевого, питательного и других. Частичное выполнение программы этих исследований позволило определить перенос, круговорот и баланс вещества в АЛЛ по природным зонам РФ [41].

2. МЕТОДИКА ИЗУЧЕНИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ СВОЙСТВ ПОЧВ АГРОЛЕСОЛАНДШАФТОВ

Методика изучения мелиоративного влияния ЛП на почву впервые была разработана Г. М. Туминым [65] и практически использована на Каменно-степной опытной станции в конце 20-х годов XIX в. Исследования проводили на шести высотных поясах и в их пределах под ЛП и на межполосных полях на расстоянии 5, 10, 20, 30 и 100-150 саженей от полосы и в открытой степи.

Важным условием является выбор метода исследования в изучении лесомелиорированных почв [19]. Предпочтение отдают сравнительно-историческому методу, при котором за исходные данные принимают исследования прошлых лет. Широко используют сравнительно-географический метод, основанный на сравнительном изучении почвы под ЗЛН, в зоне влияния на межполосном поле и в открытой степи. При балансовых учетах аккумуляции и круговорота питательных элементов полевыми и лесными культурами в лесной подстилке, в опаде и отпаде органов растений привлекают почвенный метод сравнения. В исследованиях используют методы физического и математического моделирования. Очевидно, что все указанные методы применяют в сочетании при учете достоинств и недостатков каждого из них.

В изучении взаимовлияния (естественного и антропогенного) ЗЛН и окружающей среды эффективным оказался биогеоценотический принцип исследования. Необходимость его использования вызывается чрезвычайным многообразием ценотических, почвенных, гидрологических, микроклиматических факторов на относительно небольших элементах ландшафта. При этом исследуемые БГЦ, являясь открытыми системами, между собой находятся в тесном взаимовлиянии и обмене массой и энергией.

В методике агролесомелиоративных исследований особое внимание уделяют выбору контрольного участка, т. е. местоположения на немелиорируемом аграрном БГЦ, вне зоны влияния ЗЛН. При определении зоны существенного снижения ветра (на 10-20%) контролем может быть участок на расстоянии более 25-

35Н. Дальность влияния ЛП на отложение продуктов дефляции, твердого стока на изменение свойств почв – не более 10-15Н, а массивных ЗЛН – до 5-10Н.

Исследовано плодородие агролесомелиорируемых почв. На начальном этапе изучают их генезис, особенности действия факторов почвообразования, формирование биогеоценотического горизонта лесной подстилки, затем изменения морфологического строения почвенного профиля, физических, физико-химических, химических свойств почвы, активности и направленности микробиологических процессов. Большой практический интерес представляют исследования промывного водного режима почвы и связанные с ним изменения лесопригодности, рассоления, водообеспеченности почвы, уровня ГВ. Актуальны исследования снижения негативных процессов деградации почв: эрозии, дефляции, загрязнения.

Изменения свойств почв изучают в шурфах, скважинах на почвенных площадках, расположенных на перпендикулярных створах. Смешанный образец составляют из 3-5 индивидуальных проб. На склоновых землях контроль выбирают на одних высотных отметках и экспозициях с ЗЛН. Выше и ниже он может быть лишь условным.

Для характеристики ЗЛН важны следующие показатели: видовой состав, структура, возраст, агротехника создания, состояние. Признавая полиморфизм агролесомелиорируемых почв в ценозах ЗЛН, предлагаем следующие почвенные площадки для изучения и мониторинга генезиса и плодородия почв: ряд, междурядье, опушка, приствольная зона деревьев [30].

Методика расчета аккумуляции гумуса и биофильных элементов наглядно представлена на блок-схеме (рис. 3).

АЛЛ и экосистема, включающие обычно одно крупное или несколько мелких сельскохозяйственных предприятий, подразделяются на три совокупности элементов: 1) искусственные лесные БГЦ, 2) лесозащищенные и 3) лесонезащищенные аграрные БГЦ. Искусственные лесные БГЦ в зависимости от типа ЗЛН подразделяются на массивные, узкополосные и саванные; по видовому составу – на древесные, лиственные и хвойные; по трем возрастным группам – менее 15, 15-30 и более 30 лет. Лесозащищенный аграрный БГЦ подразделяется по тому же принципу, но с учетом высоты ЗЛН, которая определяет дальность влияния и площади агролесомелиорируемых почв.

Все выше указанные варианты в экосистемах подразделяются

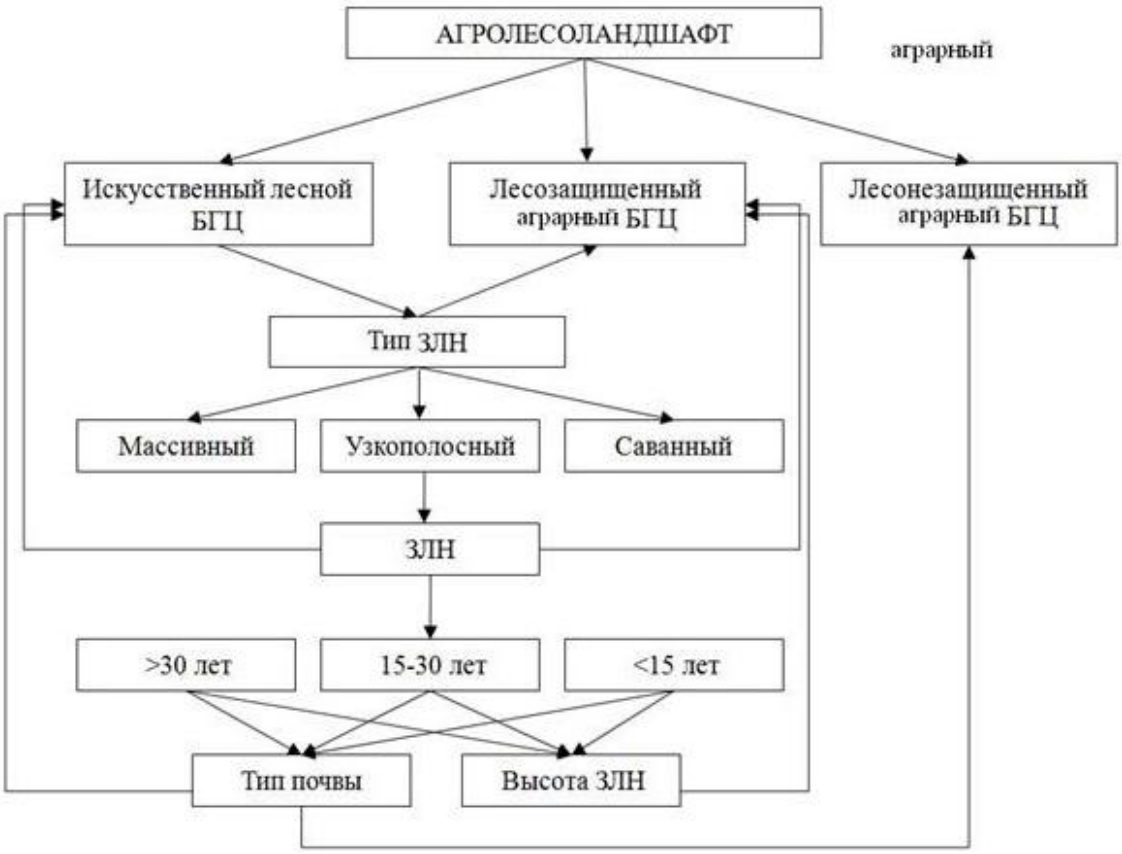

Рис. 3. Блок-схема аккумуляции питательных веществ в системе "ЗЛН – почва"

по основным эдафонам. Многообразие эдафонов по плодородию генерализуют до укрупненных таксономических типов, подтипов, родов почв, например по засоленности, гидроморфности, гранулометрическим разновидностям (глинистые и тяжелосуглинистые, средне- и легкосуглинистые, супесчаные и песчаные). Для каждой агролесомелиорируемой почвы находят контроль на немелиорированном аграрном БГЦ, вне зоны влияния.

В настоящей работе особое внимание уделено методике экологической, энергетической оценки основных показателей плодородия почв: гумуса и биофильных элементов NPK.

2.1. Экологическая оценка плодородия почв

Обязательным условием изучения аккумулирующей способности ЗЛН является определение площадей агролесомелиорируемых почв на всех вариантах исследования и в целом АЛЛ. При этом следует отметить, что в лесозащищенных аграрных БГЦ эта площадь в значительной мере определяется протяженно-

стью и высотой ЗЛН. Наибольшая достоверность прибавок гумуса и валовых форм NPK в почве отмечается вблизи от ЛП на расстоянии 4Н, а от массивных ЗЛН – на 3Н.

В южнотаежно-лесной, полупустынной и пустынной зонах определение проводят в слое 0-50 см, в лесостепной, степной и сухостепной зонах – в слое 0-100 см. В поле определяют плотность сухой почвы по Качинскому, в лаборатории – гумус по Тюрину в модификации Никитина, NPK – в одной навеске, сжиганием в смеси серной и хлорной кислоты по Мещерякову.

Запасы валового азота, фосфора и калия (P_{NPK}) в лесной подстилке выражают в т/га по формуле:

$$P_{NPK} = P_{лп}NPK/100,$$

где $P_{лп}$ – запас лесной подстилки, т/га; NPK – содержание NPK, %.

Запас гумуса и NPK ($P_{общ.}$) в почве выражают формулой:

$$P_{общ.} = DHP_1,$$

где D – плотность сухой почвы, г/см^3; H – мощность слоя, см; P_1 – содержание вещества, %.

Для общей экологической оценки агролесомелиорации почв в АЛЛ прибавки вещества (по разности с контролем) умножали на площади элементов АЛЛ: ЗЛН, лесозащищенных аграрных БГЦ и почвенных выделов. Для примера расчета прибавок гумуса ($P_{пр.}$, т) в почве АЛЛ предложена формула:

$$P_{пр.} = (P_1 – P_3)S_1 + (P_2 – P_3)S_2,$$

где P_1 – содержание гумуса в почве лесного БГЦ, т; P_2 – в почве лесозащищенного аграрного БГЦ, т; P_3 – в почве лесонезащищенного аграрного БГЦ, т; S_1 – площадь лесного БГЦ, га; S_2 – площадь лесонезащищенного аграрного БГЦ, га.

Разработаны методические указания расчета баланса гумуса почв при проектировании внутрихозяйственного землеустройства [53].

2.2. Энергетическая оценка плодородия почв

Обстоятельная оценка агролесомелиорации почв, и в частности аккумулятивной роли ЗЛН, может быть дана только при одноуровневой информативности, например в энергетических показателях. До настоящего времени она не сделана из-за недостаточной изученности проблемы и слабой разработки методических подходов к ее решению.

Каждое из биогенных веществ является носителем энергии.

Углерода в гумусе содержится 58%. В растениях он образовался из атмосферного углекислого газа путем фитобиохимических реакций. В последующем развиваются процессы разложения органического вещества, гумификации растительных и животных остатков, новообразования гумусовых веществ.

В настоящее время затраты солнечной энергии (Q_c) на образование органического углерода определяются расчетным путем [50, 59]:

Q_c 1 т гумуса = 23,045 ГДж 1 т С = 13,366 ГДж.

Запасы и прибавки валового азота, фосфора и калия в почве оценивают в энергетических показателях, соответственно 86,8, 12,6 и 8,3 ГДж по промышленным затратам на их производство по Крамеру [39].

Энергоемкость лесной подстилки оценивают по содержанию CNPK на сухое вещество. Однако, известно, что на эродированной и дефлированной территории лесная подстилка содержит примерно 15% мелкозема, понижающего концентрацию CNPK.

2.3. Экономическая оценка плодородия почв

Экономическая оценка, как и энергетическая, является интегральным показателем стоимости аккумуляции отдельных питательных веществ в почве и общего повышения плодородия почв в АЛЛ. Она слабо разработана и уточняется в зависимости от изменения стоимости веществ и эффективности агролесомелиоративных мероприятий.

Стоимость аккумулированных питательных веществ в почве определяют по ценам на удобрения. Так, рыночная стоимость минеральных удобрений в Волгоградской обл. в 2001 г. была равна по содержанию валового азота в туке аммиачной селитры (34,6% N) в действующем веществе 6329 руб./т, валового фосфора в туке аммофоса (52% P_20_5 и 11% N) 3120 руб./т, валового калия в туке калийной соли (60% K_20) 2500 руб./т.

Стоимость гумуса в почве определяют рыночной стоимостью навоза крупного рогатого скота. Условно принят эквивалент равенства 1 т гумуса и 10 т навоза. Так, в Волгоградской обл. в 2005 г. стоимость навоза была равна 1000 руб./т в пригородной зоне и 500 руб./т в сельской. Следовательно, стоимость гумуса была равна 5-10 тыс. руб./т. Стоимость лесной подстилки определяется стоимостью содержащегося в ней валового NPK.

3. ПЛОДОРОДИЕ ЛЕСОМЕЛИОРИРОВАННЫХ ПОЧВ ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ

Проблема лесомелиорации почв в лесостепной зоне Восточно-Европейской равнины возникла вместе с уничтожением растительного покрова при сельскохозяйственном освоении территории. Вырубка лесов, распашка крутых склонов особенно усилились с середины прошлого столетия и продолжаются в настоящее время в связи с интенсификацией земледелия, укрупнением полей, увеличением доли пропашных культур и т. д.

Положение АЛЛ в опытной сети ВНИАЛМИ представлено на рис. 4.

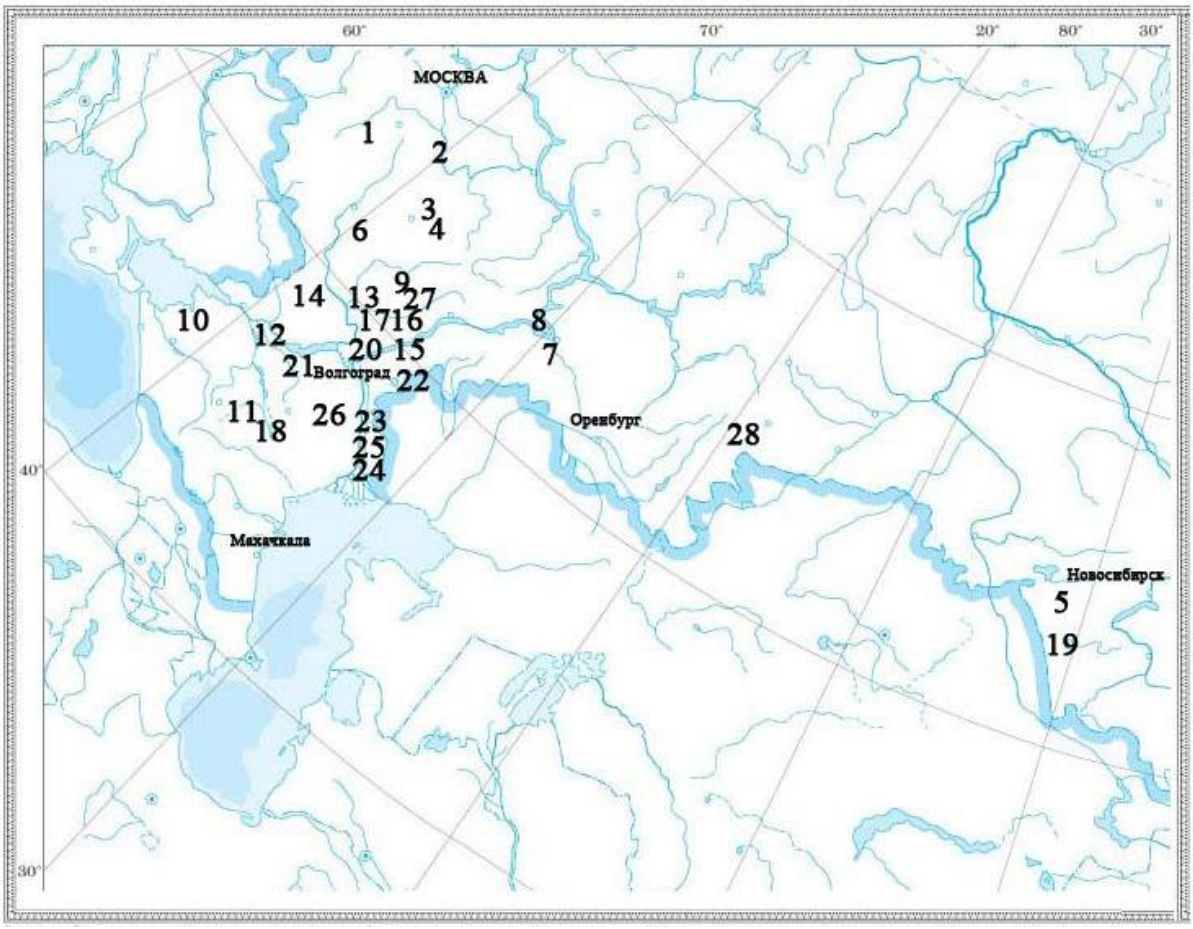

Рис. 4. Положение агролесоландшафтов в опытной сети ВНИАЛМИ:

I. Лесостепная зона:

1. ФГУП ОПХ "Новосильское" Мценского р-на Орловской обл.;
2. Бывший колхоз "Россия" Рыбновского р-на Рязанской обл.;
3. Бывший колхоз им. Коминтерна Мичуринского р-на Тамбовской обл.;
4. Лесничество "Лысогорское" Тамбовского р-на Тамбовской обл.;
5. Бывший колхоз "Сибирь" Краснозерского р-на Новосибирской обл.

II. Степная зона:

6. ГНУ Каменно-степное опытное лесничество, Каменная Степь Таловского р-на Воронежской обл.;
7. ФГБНУ "Поволжская АГЛОС" Дубово-Уметского р-на Самарской обл.;
8. Тимашевский филиал Поволжской АГЛОС Кинель-Черкасского р-на Самарской обл.;
9. Бывший колхоз "Дёминский" Новоаннинского р-на Волгоградской обл.;
10. Бывший колхоз "Победа" Каневского р-на Краснодарского края;
11. Бывший колхоз им. Ленина Новокубанского р-на Ставропольского края;
12. Бывший совхоз "Гигант" Сальского р-на Ростовской обл.

III. Сухостепная зона:

13. Клетский филиал ВНИАЛМИ Клетского р-на Волгоградской обл.;
14. Бывший колхоз "Россия" Николаевского р-на Волгоградской обл.;
15. Бывший колхоз "Ленинский путь" Дубовского р-на Волгоградской обл.;
16. ФГУП "Качалинское" Иловлинского р-на Волгоградской обл.;
17. ФГУП "Обливское" Обливского р-на Ростовской обл.;
18. Лесхоз "Ачикулакский" Нефтекумского р-на Ставропольского края;
19. Бывший совхоз "Кулундинский" Кулундинского р-на Алтайского края.

IV. Полупустынная зона:

20. ФГУП "Волгоградское", г. Волгоград;
21. Заветинский опорный пункт Заветинского р-на Ростовской обл.;
22. Джаныбекский стационар Института лесоведения РАН (РФ) и НПЦ лесного хозяйства (Республика Казахстан).

V. Пустынная зона:

23. Богдинская НИАГЛОС Харабалинского р-на Астраханской обл.;
24. Степное отделение Богдинской НИАГЛОС Харабалинского р-на Астраханской обл.;
25. Бывший колхоз "Родина" Харабалинского р-на Астраханской обл.

VI. Полизональные субъекты РФ:

26. Республика Калмыкия;
27. Волгоградская обл.;
28. Челябинская обл.

Деградация почвенного покрова и падение плодородия почв наиболее выражены в южной лесостепной части Нечерноземья на сильно расчлененном водоразделе бассейнов Оки, Дона, Днепра. Только за последние 50 лет содержание гумуса в пахотном слое здесь сократилось на 25-40%. Вместе с тем, по нашим расчетам, среднее ежегодное пополнение гумуса в почвах лесостепи под средневозрастными ЗЛН достигает 0,8 т/га [27, 32]. Обобщение соб-

ственных наблюдений и литературных источников выявило довольно тесную зависимость абсолютной прибавки гумуса в аккумулятивном горизонте лесостепных почв от возраста ЛП (рис. 5).

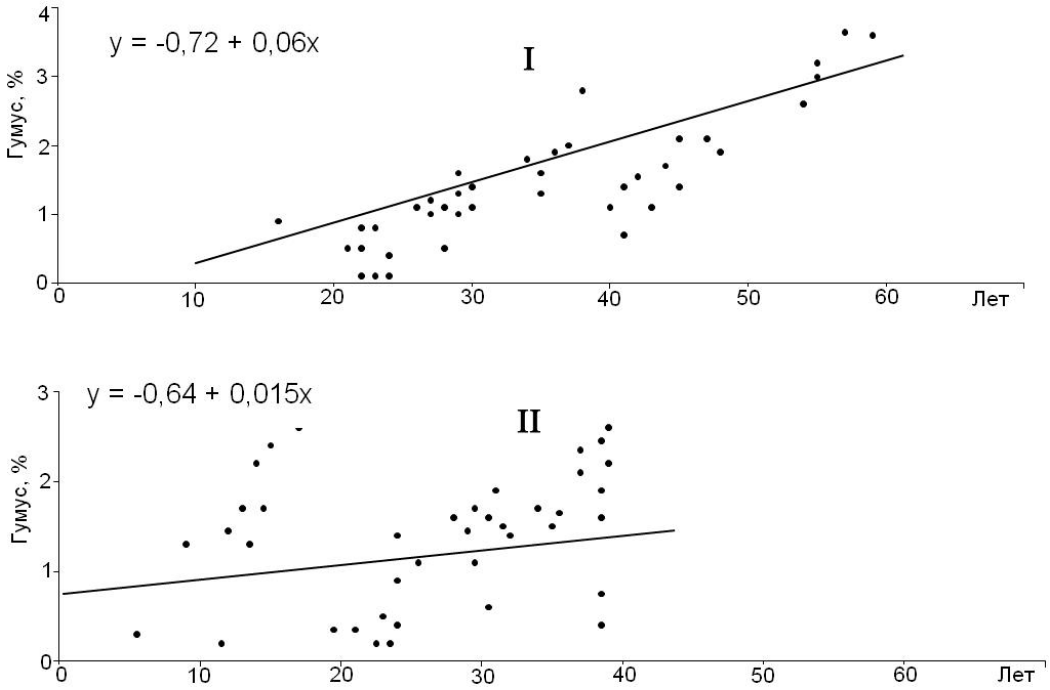

Рис. 5. Абсолютная прибавка гумуса (%) в гор. А под разновозрастными ЛП: I – серая лесная почва, II – чернозем выщелоченный

3.1. ФГУП ОПХ "Новосильское" Мценского р-на Орловской обл.

АЛЛ опытного хозяйства Новосильской ЗАГЛОС расположен в Среднерусской лесостепной зоне. Климат умеренно континентальный, теплообеспеченность умеренная, сумма температур выше 10ºС равна 1600-2400, влагообеспеченность умеренная, среднегодовая сумма атмосферных осадков 500-600 мм; коэффициент увлажнения (КУ) 0,45-0,60. Тип рельефа – равнина возвышенная волнистая, пересеченная оврагами и балками.

Новосильская опытная станция по борьбе с эрозией почв создана в 1921 г. Ее руководитель профессор А. С. Козменко [23] создал на неудобьях Одинокского суходола систему ЗЛН. К настоящему времени ландшафт хозяйства существенно изменился вследствие пространственной организации территории, контурного размещения ЗЛН, строительства кольматирующих гидротехнических сооружений. По существу, он превратился в антропогенный, лесоаграрный, сочетающий взаимодействующую систему сельхозугодий с естественными лесами и ЗЛН, которые

оказывают долговременное мелиоративное влияние [17, 20].

В период исследований (1985-1989 гг.) 65% общей площади сельхозугодий (4736 га) находились под пашней [32]. Площадь ЗЛН 839 га; на 630 выделах 82% составляли массивы и 18% противоэрозионные и полезащитные полосы. Насаждения I и II классов возраста составляли 6,9%, III и IV классов – 68,8, V и VI – 24,3%. Средний возраст насаждений 33 года, общая лесистость территории 18,1%. В чистых и смешанных насаждениях преобладали береза повислая, дуб черешчатый, сосна обыкновенная.

Почвенный покров ландшафта весьма пестрый по гранулометрическому составу и эродированности. Площадь мелиорируемых серых лесных почв под насаждениями 374,7 га, темно-серых 325,7 чернозема оподзоленного 147,7; на прилегающих сельхозугодьях – соответственно 918,2; 419,0; 174,8 га (табл. 1). Все многообразие почв и насаждений в ландшафте сведено к 14 вариантам.

Статистическая обработка обширного аналитического материала в отношении слоя почвы 0-50 см под насаждениями показала высокую достоверность (0,7-0,9) прибавок гумуса на 0,3-1,1%. Увеличилось содержание общего азота под молодыми насаждениями на 0,003-0,028, под взрослыми на 0,011-0,048%. При этом достоверность различия с контролем составляла в среднем 0,6-0,7. Повышение содержания общего фосфора в почве под насаждениями отмечалось на 9 вариантах из 14 и составляло 0,002-0,014%, а относительное снижение, видимо, связано с повышенным внесением фосфорных удобрений на полях. Отмечалась более активная аккумуляция калия в почве под ЗЛН.

Аккумуляция органических и минеральных веществ наблюдалась также и в мелиорируемой почве агроценозов. В зависимости от возраста мелиоративных насаждений и применяемых противоэрозионных агротехнических приемов в слое 0-50 см увеличилось содержание гумуса на 0,03-0,73% (в среднем 0,13-0,27%) и валового азота на 0,002-0,018% (в среднем 0,004-0,007%). Достоверные различия с контролем отмечались лишь в отдельных горизонтах полуметрового слоя. На 12 вариантах из 14 наблюдалось повышение содержания в почве общего фосфора на 0,002-0,024% (в большинстве случаев на 0,003-0,005%), что свидетельствует о положительной тенденции процесса аккумуляции этого вещества. В большинстве случаев не замечено увеличение содержания общего калия в мелиорируемой

Таблица 1

Вариационно-статистические показатели изменения общего содержания гумуса в слое 0-50 см лесомелиорируемых почв ландшафта ФГУП "Новосильское"

Почва	Тип насаж-дения	Воз-раст, лет	Площадь, га		n	Лесные насаждения				Сельхозугодья (контроль)			
			насаж-дений	мелиорируемых сельхозугодий		$М_г$	m	V	P	$М_г$	m	V	P
СЛ", СЛ"↓↓	ЛП	20-40	53,9	227,4	25	2,74	0,13	25	5	2,34	0,13	31	6
СЛ",'СЛ"↓	ЛП	> 40	23,7	248,6	15	3,00	0,32	44	11	2,08	0,19	38	10
СЛ", СЛ"↓	М	> 40	198,4	245,0	4	2,92	0,34	26	13	1,32	0,23	32	16
СЛ"↓↓	ЛП	20-60	15,0	62,8	9	1,98	0,19	34	11	1,59	0,19	38	13
СЛ"↓↓	М	20-60	74,7	134,4	9	2,02	0,24	33	13	1,70	0,20	43	14
СЛ'''	ЛП	< 20	9,8	32,3	4	3,71	0,44	25	12	3,00	0,39	27	12
СЛ'''	ЛП	20-40	27,2	141,9	12	3,71	0,32	32	9	2,86	0,24	30	9
СЛ'''	М	< 40	185,4	93,0	6	4,08	0,52	33	13	3,16	0,42	34	13
СЛ'''	М	> 40	33,5	35,4	4	3,04	0,20	19	9	2,68	0,24	14	8
СЛ'''↓↓	ЛП	20-60	69,8	116,4	7	2,45	0,21	25	9	4,85	0,16	19	7
$Ч_{оп}$	ЛП	< 20	15,2	30,0	9	4,31	0,32	23	8	3,41	0,25	23	8
$Ч_{оп}$	ЛП	20-40	12,1	42,3	15	4,63	0,20	17	4	3,63	0,23	27	7
$Ч_{оп}$	М	20-40	106,4	74,7	3	3,80	0,51	29	17	2,79	0,30	22	11
$Ч_{оп}$	М	> 40	14,0	27,8	3	4,55	0,13	15	4	3,83	0,09	4	3

Примечание. М – массив; СЛ" – серая лесная почва, СЛ''' – темно-серая лесная почва, $Ч_{оп}$ – чернозем оподзоленный; степень эродированности: ↓ – слабо эродированный, ↓↓ – средне эродированный; n – повторность, $М_г$ – содержание гумуса, m *– прибавка гумуса, V – коэффициент вариации, P – точность определения.*

почве агроценозов, однако для того, чтобы сделать определенные выводы, требуется дальнейшее изучение этого вопроса.

Накопление в лесомелиорируемой почве гумуса сопровождается изменением его качества, что также свидетельствует о трансформации почвообразовательного процесса, генезиса почв. До настоящего времени остается слабо изученным групповой и фракционный состав гумуса почв лесостепной зоны под искусственными лесонасаждениями [7, 25, 43]. Полученные нами результаты лишь частично восполняют имеющийся пробел.

В новых условиях почвообразования в АЛЛ Новосильского опытного хозяйства вместе с накоплением гумуса в почве изменялся и его состав (табл. 2). Все исследуемые основные типы и подтипы агроценоза характеризуются фульватно-гуматным составом гумуса. Под 30-летними полосными насаждениями содержание гуминовых кислот (ГК) увеличилось на 1,0-4,0 и фульвокислот (ФК) на 4,4-7,2%. В отличие от лиственных под хвойными породами повышение гуматов было наименьшим (1,0%), а фульватов – наибольшим (7,2%). Под 15-летними насаждениями групповой состав гумуса оставался неизменным. С увеличением суммы растворимых гумусовых кислот под насаждениями уменьшался нерастворимый остаток в среднем на 6,6-10,0%, что свидетельствует об омолаживании и повышении активности почвенного гумуса. При этом тип гумуса сохранился, но заметно уменьшилось соотношение ГК и ФК, особенно в верхнем (под лесной подстилкой) слое почвы.

Под 30-летними лесонасаждениями изменился также и фракционный состав гумуса – наиболее заметно увеличилось содержание гуминовых кислот фракции 1, свободных и связанных с подвижными полуторными окислами. В группе фульвокислот прибавки гумусовых веществ отмечались во всех фракциях, в т. ч. и в более прочно связанных с кальцием, глинистыми минералами и устойчивыми полуторными окислами. Более заметными они были в фракциях 2 и так называемой "агрессивной" 1а. В оподзоленном черноземе под сосновой полосой увеличение содержания кислот этой фракции, возможно, связано с составом и характером разложения лесной подстилки и корневых остатков хвойных пород. Во всех почвах под лесонасаждениями повысилась оптическая плотность гуминовых кислот ($Ес_{гк}$)на 0,6-4,7 мг/мл.

Все отмеченные изменения в составе почвенного гумуса под лесонасаждениями характерны и для почв прилегающих к ним агроценозов, но величина этих изменений меньше, а в отдельных

Таблица 2

Влияние лесонасаждений на изменение группового и фракционного состава гумуса почв

Индекс почвы	Местоположение	Глубина, см	С, %	Фракция ГК				Фракция ФК					Сумма фракций	Нерастворимый остаток	ГК/ФК	$Ес_{гк}$, мг/мл
				1	2	3	сумма	1а	1	2	3	сумма				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
СЛ"	30-летняя дубово-березовая полоса	0-10	2,84	12,3	17,3	11,0	40,6	3,8	3,2	15,4	3,4	25,8	66,4	33,6	1,6	7,5
		10-30	1,76	3,4	33,4	12,0	48,8	2,1	5,1	7,2	4,3	18,7	67,5	32,5	2,6	7,2
		30-50	1,29	0,9	31,0	11,0	42,9	0,4	10,7	5,4	3,5	20,0	62,9	37,1	2,1	5,0
	Пашня, 2Н	0-10	1,85	0,7	21,1	11,3	33,1	1,9	1,9	9,3	3,2	25,1	58,2	41,8	1,3	6,9
		10-30	2,08	1,7	35,2	10,6	47,5	1,7	9,5	5,5	2,6	19,3	66,5	33,2	2,5	6,9
		30-50	0,96	0,8	33,8	10,3	10,3	1,3	5,5	4,5	3,5	14,8	59,7	40,3	3,0	6,4
	Пашня, контроль	0-10	2,27	12,6	20,5	10,5	33,6	1,3	9,0	5,2	2,6	18,1	51,7	48,3	1,9	6,7
		10-30	2,05	0,5	31,6	11,5	43,6	1,8	7,2	3,5	2,5	15,0	58,6	41,4	2,9	6,4
		30-50	1,18	1,1	31,9	10,0	43,0	0,8	5,7	4,0	3,0	13,5	58,5	41,5	3,2	4,2
СЛ'''	30-летняя дубовая полоса	0-10	3,65	12,9	21,4	10,2	44,5	2,3	9,2	6,6	5,6	23,7	68,2	31,8	1,9	11,4
		10-30	2,93	13,5	22,7	10,7	46,9	1,2	6,0	11,7	4,0	22,9	69,8	30,2	2,0	11,1
		30-50	1,77	12,8	32,5	9,9	55,2	5,4	5,7	11,0	3,5	25,6	80,8	19,2	2,2	8,6
	Пашня, 2Н	0-10	2,49	3,4	25,7	10,8	39,9	2,9	9,4	4,8	3,2	20,3	60,2	39,8	2,0	5,6
		10-30	2,02	3,0	21,4	12,0	36,4	2,9	9,6	5,5	4,3	22,3	58,7	41,3	1,6	5,8
		30-50	0,99	3,6	36,8	10,5	50,9	3,6	9,8	5,0	2,9	21,3	72,2	27,8	2,4	4,2
	Пашня, контроль	0-10	2,45	9,3	21,7	10,3	41,3	2,4	7,1	5,8	2,8	18,1	59,4	40,6	2,3	5,6
		10-30	1,97	6,7	29,3	14,4	50,4	1,8	7,0	5,5	2,7	17,0	67,4	32,6	3,0	6,7
		30-50	1,24	1,0	35,5	10,1	46,6	2,9	6,3	7,6	5,2	22,0	68,6	31,4	2,1	4,7
$Ч_{оп}$	15-летний березовый массив	0-10	1,59	3,1	37,0	6,3	46,4	5,2	3,9	2,0	4,7	15,8	62,2	37,8	2,9	13,1
		10-30	1,07	4,7	27,5	6,7	38,9	2,5	7,4	5,8	3,8	19,5	58,4	41,6	2,0	13,0
		30-50	1,05	6,9	17,0	6,1	30,0	2,0	0,6	12,4	3,3	18,3	48,3	51,7	1,6	3,7

Продолжение табл. 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
$Ч_{оп}$	Пашня, 2Н	0-10	1,20	4,4	28,4	7,0	39,8	3,4	1,4	6,7	4,0	15,5	55,3	44,7	2,6	13,7
		10-30	0,83	4,7	28,5	8,6	41,8	5,5	1,7	5,7	3,6	16,5	58,3	41,7	2,5	11,2
		30-50	0,63	3,5	22,4	6,9	32,8	6,7	3,3	7,2	2,5	19,7	52,5	47,5	1,7	6,8
	Пашня, контроль	0-10	1,69	3,6	30,9	6,8	41,3	6,7	2,2	7,8	3,3	20,0	61,3	38,7	2,1	16,5
		10-30	1,45	5,2	29,0	7,6	41,8	5,6	2,1	4,6	5,5	17,8	59,0	40,4	2,3	13,2
		30-50	0,65	7,2	17,8	6,3	31,3	2,0	0,6	11,6	3,6	17,8	49,1	50,9	1,8	8,0
$Ч_{оп}$	30-летняя сосновая полоса	0-10	1,55	2,9	37,0	6,5	46,4	5,1	2,9	10,3	4,6	22,9	69,3	30,7	2,0	11,0
		10-30	1,47	7,6	25,4	5,0	38,0	5,4	1,8	11,3	4,0	22,5	60,5	39,5	1,7	11,0
		30-50	1,28	8,6	21,1	6,4	36,1	2,1	1,3	13,3	3,2	19,9	56,0	44,0	1,8	7,7
	Пашня 2Н	0-10	1,38	3,3	28,9	7,2	39,4	5,6	2,5	5,7	3,7	17,5	56,9	43,1	2,3	10,6
		10-30	1,18	8,2	24,7	7,9	40,8	3,7	1,1	4,2	2,4	11,4	52,2	47,0	3,6	9,9
		30-50	0,63	7,4	23,6	7,3	38,3	2,9	0,9	7,4	2,1	13,3	51,6	48,4	2,9	4,5
	Пашня, контроль	0-10	1,25	4,2	29,0	8,7	42,0	5,5	2,2	5,2	3,5	16,4	58,4	41,6	2,6	13,2
		10-30	1,28	4,2	25,8	8,6	38,6	2,2	1,8	4,5	3,5	12,0	50,6	49,4	3,2	9,7
		30-50	0,67	8,9	21,8	6,4	37,1	2,1	0,7	8,9	3,6	15,3	52,4	47,6	2,4	2,6
$Ч_{оп}$	30-летняя дубовая полоса	0-10	1,40	2,9	24,8	7,5	35,2	6,0	4,6	9,8	3,3	23,7	58,9	41,1	1,5	9,1
		10-30	1,37	9,9	16,7	8,3	34,9	7,8	2,7	6,8	2,2	19,5	54,4	45,6	1,8	8,5
		30-50	0,85	9,2	18,1	8,9	36,2	5,6	2,2	8,2	3,4	19,4	55,6	44,4	1,9	6,9
	Пашня, 2Н	0-10	1,65	4,3	18,3	7,7	30,3	5,7	2,5	2,7	2,8	13,7	44,0	56,0	2,2	9,2
		10-30	1,25	4,9	24,4	7,9	37,2	5,8	2,1	2,7	2,4	13,0	50,2	49,8	2,9	8,6
		30-50	0,42	6,8	16,2	6,1	29,1	2,0	1,2	10,8	3,3	17,3	46,4	53,6	1,7	4,3
	Пашня, контроль	0-10	1,50	3,6	21,6	6,8	32,0	6,7	3,2	6,8	2,3	19,0	51,0	49,0	1,7	9,6
		10-30	0,97	4,9	23,5	8,1	36,5	5,9	2,1	2,7	2,4	13,1	49,6	50,4	2,8	9,1
		30-50	0,32	6,0	19,1	6,1	31,2	2,0	0,6	11,4	3,3	17,3	48,5	51,4	1,8	4,2

случаях они настолько незначительны, что свидетельствуют только о тенденции, направленности процесса гумусообразования на лесомелиорируемой территории.

Из общего объема гумуса и азота, накопленных в лесомелиорируемых почвах ландшафта, почти две трети аккумулировались под насаждениями. Калий накапливался преимущественно под насаждениями, фосфор – на прилегающих к ним участках полей (табл. 3). Существенная прибавка гумуса (43 т/га) и азота (1,47 т/га) под насаждениями приблизила эти обедненные хозяйственной деятельностью почвы по плодородию к исходным природным эталонам для лесостепи. В то же время объемы и темпы аккумуляции веществ в данном регионе были ниже, чем в подзонах выщелоченного, обыкновенного черноземов лесостепи ЦЧП, Поволжья и Западной Сибири [4, 7, 32].

Таблица 3

Объемы и темпы аккумуляции гумуса и биофильных элементов в почве (0-50 см) АЛЛ ФГУП "Новосильское" за 33-летний период лесомелиорации

Объект	Площадь, га	Гумус		N		P_2O_5		K_2O	
		т/га	кг/га·год	т/га	кг/га·год	т/га	кг/га·год	т/га	кг/га·год
Лесной БГЦ	839	43,0	1303	1,47	44,5	0,04	1,2	13,60	-
Аграрный БГЦ	1515	12,1	367	0,32	9,7	0,32	11,8	0,09	2,7
АЛЛ	4736	11,5	348	0,37	11,1	0,12	3,8	0,05	1,6

Полученные результаты можно представить в виде номограммы, что облегчит использование их проектными организациями при планировании агролесомелиоративных почвозащитных работ, при долговременной мелиоративной оценке территорий, мониторинге плодородия почв. При этом прибавки вещества в почве БГЦ и АЛЛ определяют или прогнозируют исходя из возраста насаждений.

В агролесомелиорации эффективность ЗЛН оценивают с учетом лесистости территории. В этом случае представляется возможность сравнивать ландшафты с различной лесистостью по лесомелиорированности почв, в частности по объемам и темпам аккумуляции питательных веществ в почве. В ландшафте ФГУП "Новосиль-

ское" в расчете на 1% удельной лесистости территории в среднем за 33 года лесомелиорации ежегодно аккумулировалось в почве 19,20 кг/га гумуса, 0,60 кг/га фосфора и 0,09 кг/га калия, что однако значительно меньше, чем в других ландшафтах лесостепной зоны [29].

Рассчитана аккумуляция гумуса и биофильных элементов в почве (табл. 4). В АЛЛ за период мелиорации накоплено 54408 т гумуса, 1718 т азота, причем под ЗЛН в 2-3 раза больше, чем в лесозащищенном агроценозе. Отмечено уменьшение фосфора под ЗЛН и калия в агроценозе, что связано с выносом их древесной растительностью и внесением удобрений в поле.

Таблица 4

Экологический и энергоэкономический эффект от мелиорации почв (0-50 см) ФГУП "Новосильское" за 33-летний период мелиорации

Объект	Экологический эффект по фактору плодородия почв, т				Накоплено энергии, ТДж	Экономический эффект, млн руб.
	гумус	N	P_2O_5	K_2O		
Лесной БГЦ	36077	1233	–34	378	941	269,7
Аграрный БГЦ	18331	485	591	–136	471	187,9
АЛЛ	54408	1718	557	242	1412	557,6

3.2. Бывший колхоз "Россия" Рыбновского р-на Рязанской обл.

АЛЛ бывшего к-за "Россия" расположен в Среднерусской полувлажной провинции лесостепной зоны в северной части Окско-Донской равнины на Правобережье Оки. Характеризуется слабодренированным пологим рельефом, светло-серой лесной суглинистой почвой на буроватых лёссовидных суглинках.

Полевые исследования проводили в 1983 г. в системе 27-28-летних полезащитных ЛП посадки 1949-1950 гг. [25]. Полезащитные ЛП чистые и смешанные из дуба и березы, 3-7-рядные, высотой 12,5-15,5 м, шириной 10-15 м. Конструкция ЛП непродуваемая и ажурная. Ширина межполосных полей 360-380 м, длина 500 м. Общая площадь АЛЛ 39,4 га, площадь ЗЛН 2,4 га.

По данным Н. А. Шумарина [67], ЗЛН уменьшают скорость ветра на межполосных полях на 35-63%, снегоперенос на 27%, способствуя образованию снежных отложений общей длиной 160-180 м и средней высотой 40-43 см, улучшают микроклимат и повышают урожайность сельскохозяйственных культур на 15-25%.

Пахотные земли в системе облесенного севооборота высоко-

культурны, систематически обеспечиваются органическими и минеральными удобрениями. Введена культура многолетних трав.

В дубовых и дубово-березовых ЛП травянистая растительность почти отсутствует. В березовых полосах она более обильна и представлена сорными, степными и луговыми видами. На поверхности почвы образовался тонкий горизонт лесной подстилки из двух слоев – прошлогоднего опада и сильно разложившихся органических остатков. Изменений морфологических показателей в профиле светло-серой лесной почвы под 27-летними насаждениями в условиях одинаковой глубины основной подготовки почвы под сельскохозяйственные и лесные культуры не обнаружено. В лесу и лесном колке горизонт лесной подстилки более мощный, выделяются гор. A_1 с более темной и гор. A_2 с более светлой окраской.

Структурный состав светло-серой лесной почвы под дубовой ЛП и на пашне под клевером почти одинаков (табл. 5). Он характеризуется в гор. А преобладанием крупных и средних структурных отдельностей, а в гор. B_1 – средних. Водопрочность структуры в гор. А под ЛП заметно выше по сравнению с пашней, несмотря на высокую ее окультуренность. Особенность структурного состава почвы

Таблица 5

Структурный Sc (числитель) и агрегатный Sa (знаменатель) состав светло-серой лесной почвы, %

Местоположение	Глубина, см	Размер агрегатов, мм							Sc/Sa
		> 10	10-5	5-3	3-1	1,0-0,5	0,50-0,25	< 0,25	
ЛП	0-10	30,8/27,0	14,1/13,6	14,0/12,4	17,3/18,6	9,4/8,0	5,2/4,2	9,2/16,2	0,69
	10-20	9,8/-	12,3/7,4	13,0/3,4	25,8/12,6	15,5/7,8	8,5/6,7	15,1/62,1	0,34
	25-35	3,0/-	24,8/-	25,3/0,4	24,9/3,2	8,9/10,8	4,6/15,0	8,5/70,6	0,18
Пашня	0-10	26,6/-	15,2/2,8	10,4/1,5	15,7/6,2	10,0/5,5	6,8/7,8	15,3/76,2	0,26
	10-20	29,6/-	13,6/0,9	8,7/0,8	13,6/2,9	11,1/3,4	7,0/6,6	16,4/85,4	0,25
	25-35	4,4/-	24,7/-	25,6/-	25,7/2,4	8,5/17,9	3,8/19,5	7,3/60,2	0,18
Лес	0-10	3,1/3,1	11,3/10,7	18,6/16,5	27,0/27,8	11,8/10,8	7,9/4,9	20,3/26,2	0,85
	10-20	4,6/-	9,8/4,7	14,3/8,8	21,4/25,0	15,4/18,8	9,2/8,1	25,3/34,6	0,77

	25-35	26,3 -	21,4 -	13,6 1,6	15,6 6,5	7,5 19,3	4,6 16,3	11,0 56,3	0,23

под лесом состоит в преобладании агрегатов размером 1-3 мм и мельче 0,25 мм в гор. A_1, A_2 и крупных агрегатов в гор. B_1. Водопрочность почвенных агрегатов под лесом выше, чем под ЛП и на пашне.

Как следует из соотношения суммарной внешней поверхности воздушно-сухих агрегатов и их поверхности после просеивания в воде, водопрочность структуры в верхней части гор. А высокая под лесом, средняя под ЛП и низкая на пашне. В нижней части аккумулятивного горизонта она заметно понижается под ЛП. Очень низкая структурность почвы в гор. B_1. Гранулометрический состав светло-серой лесной почвы суглинистый крупнопылеватый в гор. А и иловато-пылеватый в нижнем горизонте. Вниз по профилю почвы отмечается его утяжеление за счет илистой фракции. Это особенно показательно для профиля почвы под лесом. Отсюда следует, что с посадкой насаждений не увеличиваются процессы разрушения и вымывания гранулометрических элементов и минеральной части почвы.

Объемная масса светло-серой лесной почвы под ЛП в слое 0-10 см равна 1,34 г/см^3, что на 0,12 г/см^3 меньше, чем почвы под клевером, и на 0,06 г/см^3 больше, чем почвы под зерновыми культурами. В гор. B_1 различия по объемной массе менее заметны, а в слое 50-100 см они не прослеживаются при величине 1,48-1,51 г/см^3. Для почвы под лесом характерна малая объемная масса (0,97 г/см^3) под лесной подстилкой.

Под полезащитными ЛП складываются благоприятные условия для накопления органического вещества в почве (табл. 6). В среднем, по расчетным данным, под ЛП гумуса в слое 0-10 см содержится 2,21%, в слое 0-60 см – 0,81%, а в пахотной почве соответственно 1,68 и 0,75%.

В условиях промывного водного режима часть гумусовых веществ вымывается в подстилающие породы, о чем свидетельствует более высокое содержание гумуса под ЛП и в почвенных гор. B_2 и ВС. Можно предположить, что под ЛП в слое 10-20 см аккумуляция гумуса слабая, и совершается транзитный перенос продуктов гумусообразования. В этой связи аккумулятивный слой 0-10 см можно сравнить с дерновым горизонтом, а слой 10-20 см – с подзолистым.

Активная аккумуляция гумуса наблюдается в прикомлевой ча-

сти березы, куда стекают растворы, обогащенные органическими веществами. Отмечается накопление гумуса в почве на расстоянии

Таблица 6

Влияние ЗЛН на изменение химических и физико-химических свойств светло-серой лесной почвы

Место-положение разреза	Глуби-на, см	Гумус, %	N общ, %	P_2O_5 общ, %	$\frac{C}{N}$	pH	Кислотность, мг·экв./100 г почвы		Поглощенные катионы, мг·экв./100 г почвы				
							обменная	гидролитическая	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^{+}	K^{+}	всего
ЛП	0-10	2,21	0,10	0,14	12,5	6,1	0,44	4,71	6,35	3,66	0,94	0,36	11,31
	10-20	1,21	0,07	0,13	9,9	6,5	0,70	4,11	8,44	5,08	0,98	0,31	14,81
	25-35	1,09	0,06	0,12	8,1	6,5	0,25	3,19	12,24	5,62	0,99	0,24	19,09
	50-60	0,50	0,04	0,10	7,0	6,9	Не определяли						
Пашня в 30 м от ЛП	0-10	1,75	0,10	0,15	10,2	6,3	0,41	3,96	6,54	2,41	0,72	0,32	9,99
	10-20	1,67	0,09	0,15	10,8	6,3	0,37	3,95	8,51	1,28	0,92	0,33	5,26
	25-30	0,82	0,06	0,14	10,7	7,0	0,18	2,53	Не определяли				
Пашня, контроль	0-10	1,68	0,10	0,15	9,7	6,3	0,18	2,78	8,87	3,91	1,03	0,34	14,15
	10-20	1,64	0,09	0,15	10,6	6,3	0,27	2,87	7,95	3,90	0,93	0,26	13,04
	25-35	0,75	0,05	0,15	8,7	6,9	0,38	1,90	12,04	5,62	1,06	0,26	18,38
	50-60	0,30	0,04	0,13	4,0	6,5	0,40	2,00	11,50	4,85	1,10	0,24	17,69
Лес	0-10	3,58	0,16	0,15	13,0	5,7	1,20	4,54	9,80	2,36	0,86	0,47	13,49
	10-20	1,33	0,06	0,10	12,9	6,1	0,73	4,11	3,73	6,36	0,71	0,17	10,97
	25-35	0,98	0,05	0,11	11,4	6,9	0,55	5,67	6,95	7,79	0,93	0,26	15,93
	50-60	0,68	0,04	0,14	9,9	7,3	Не определяли						
Лесной колок	0-10	4,78	0,21	0,15	13,2	5,3	0,93	10,01	6,51	4,80	0,82	0,26	12,39
	10-20	1,48	0,07	0,12	12,3	5,9	0,54	4,75	3,96	7,94	0,01	0,38	13,19
	25-35	0,83	0,04	0,13	12,0	5,3	0,54	5,02	6,95	5,99	0,82	0,33	14,19
	50-60	0,47	0,03	0,16	9,1	5,8	Не определяли						

30 м от ЛП в зоне повышенного промачивания под снежными отложениями.

Гумусовый слой профиля почвогрунта под лесом и в лесном колке отличается от соответствующего профиля под ЛП и на пашне лишь более высоким содержанием гумуса непосредственно под лесной подстилкой. Имеются сведения о положительном влиянии ЛП на фосфатный режим светло-серых почв [25]. Изменение содержания общего азота и фосфора в почве под ЛП прослеживается неотчетливо. Не выраженность аккумуляции этих элементов в почве под насаждениями, возможно, объясняется повышенным внесением удобрений на пашне (контроль), с одной стороны, и активным потреблением азота и фосфора древесными породами, с другой. В почве у комля деревьев и в слое под лесной подстилкой в лесу и лесном колке аккумуляция азота и фосфора выражена отчетливо.

Соотношение углерода и азота в почве под ЛП и лесом обычно выше, чем в пахотной почве.

Реакция почвенного раствора под ЛП изменилась мало. Лишь у комля дуба и березы, куда стекают кислые продукты смыва с надземной части дерева, подкисление раствора существенное. Заметно кислее реакция в гумусовом горизонте под лесом. Во всех местоположениях разрезов в гор. B_1 и ниже реакция почвенного раствора близка к нейтральной.

Обменная кислотность у светло-серой лесной почвы относительно небольшая на пашне и под ЛП. Заметно увеличивается она под лесом и особенно резко у комля деревьев в дубово-березовой ЛП. Гидролитическая кислотность почвы под ЛП и лесом выше по сравнению с полем. Очень велика она у комля березы и дуба.

Емкость поглощения светло-серой лесной суглинистой почвы небольшая. Доминирующее положение занимают поглощенные основания кальция и магния. Заметно выше поглотительная способность почвы у комля березы и дуба.

До настоящего времени остается слабо изученным групповой и фракционный состав гумуса светло-серой лесной почвы под лесными насаждениями. Нами представлены результаты по верхним горизонтам почв (табл. 7). Контрольная пахотная почва под клевером хорошо окультурена, и соотношение гуминовых кислот к фульвокислотам в ней больше единицы, что наблюдается и в слое под лесной подстилкой в некоторых полосах, в отличие от лесных массивов, где оно всегда меньше единицы. Подобные данные полу-

Таблица 7

Групповой и фракционный состав светло-серой лесной почвы

Место-положе-ние	Глуби-на, см	$C_{общ}$, %	Фракция ГК				Фракция ФК					ГК + ФК	Нерас-творимый остаток	ГК/ФК	$Ec_{гк}$, мг/мл
			1	2	3	сумма	1а	1	2	3	сумма				
ЛП	0-10	1,23	24,2	4,3	7,6	36,1	5,5	3,1	19,2	3,7	31,5	67,6	32,4	1,1	2,0
	10-20	0,75	9,5	4,1	7,1	20,7	3,1	10,1	3,6	5,9	22,7	43,4	56,6	0,9	3,5
	25-30	0,53	4,7	30,6	5,5	40,8	8,4	7,9	19,9	6,8	43,0	83,8	16,2	0,9	2,1
Пашня, контроль	0-10	0,97	20,5	10,4	7,4	38,3	4,9	8,7	8,2	7,4	29,2	67,5	32,5	1,3	1,2
	10-20	0,95	18,4	10,5	7,0	35,9	6,4	5,4	11,9	7,0	30,7	66,6	33,4	1,2	1,1
	25-35	0,51	13,9	17,8	9,2	40,9	2,2	1,1	28,3	3,5	35,1	76,0	24,0	1,2	2,1
Лес	0-10*	1,89	17,1	0,1	12,8	30,0	4,2	11,7	4,3	12,8	33,0	63,0	37,0	0,9	1,3
	0-10**	2,13	25,8	4,2	13,2	43,2	6,8	9,9	14,0	13,2	43,9	87,1	12,9	1,0	1,3
	0-10***	2,78	25,6	1,3	12,4	39,3	5,2	10,0	10,2	12,4	37,8	77,1	22,9	1,0	1,3
	10-20	0,77	19,5	4,8	8,4	32,7	8,7	3,8	11,8	8,4	32,7	65,4	34,6	1,0	1,0
	25-35	0,57	19,6	24,3	7,0	50,9	10,7	2,6	11,7	7,0	32,0	82,9	17,1	1,6	1,0
Лесной колок	0-10	2,82	10,4	3,8	9,2	23,4	4,3	10,6	8,5	9,2	32,6	56,0	44,0	0,7	1,2
	10-20	0,86	21,7	1,5	1,9	25,1	8,5	7,4	8,6	1,9	26,4	51,6	48,5	0,9	1,3
	25-35	0,48	18,5	13,1	0,8	32,4	10,0	1,5	14,4	0,8	26,7	59,1	40,9	1,2	1,0

*Примечание. * – на площадке в рядах, ** – у ствола дерева, *** – на площадке в междурядьях.*

чены и другими исследователями [7]. Значительно больше гуминовых кислот в нижних горизонтах почвы под лесной растительностью. В прикомлевой части дуба и березы группы гумусовых кислот равны по содержанию.

В почве под ЛП, по сравнению с пашней, в слое 0-10 см несколько больше содержится гуминовых кислот первой фракции, а в слое 25-35 см – второй. В первом слое также содержится больше, чем во втором, фульвокислот второй фракции. Богаче почва фульвокислотами первых фракций в гор. B_1. Почва у комля деревьев беднее гуматами и богаче фульвокислотами первой фракции. На пашне плотность гуминовых кислот несколько меньше, чем под ЛП. Для фракционного состава почвы под лесом и лесным колком характерны понижение содержания гуминовых кислот первой и второй фракции и повышение фульвокислот первой фракции, пониженная плотность гуминовых кислот.

Рассчитаны прибавки гумуса в почве под ЗЛН и около них (табл. 8). Всего аккумулировано 40,37 т гумуса в АЛЛ, накоплено энергии 930,32 ГДж. Экономический эффект равен 403,7 тыс. руб. (в ценах 90-х годов XX в.).

Таблица 8

Эффект от аккумуляции гумуса в почве АЛЛ бывшего к-за "Россия" (в ценах 90-х годов XX в.)

Положение в ландшафте	Площадь, га	Слой почвы, см	Прибавка гумуса, т/га	Всего аккумулировано гумуса, т	Накоплено энергии, ГДж	Экономический эффект, тыс. руб.
Под ЗЛН	2,4	60	9,02	21,65	498,92	216,5
0-30 м от ЗЛН	9,0	35	2,08	18,72	431,40	187,2
АЛЛ	39,4	60	1,02	40,37	930,32	403,7

3.3. Бывший колхоз им. Коминтерна Мичуринского р-на Тамбовской обл.

АЛЛ бывшего к-за им. Коминтерна расположен на юге Среднерусской умеренно-влажной провинции лесостепной зоны. Рельеф полого-равнинный. Почвенный покров представлен черноземом выщелоченным и лугово-черноземной почвой, среднегумусной тяжелосуглинистой.

Исследования проводили в 1984 г. [43, 44]. Общая площадь АЛЛ равна 5062 га, ЗЛН – 70,4 га, в т. ч. 39,2 га на выщелоченном

черноземе. Лесные полосы 34-40-летнего возраста и преимущественно плотной конструкции имели среднюю высоту 16 м. Преобладали смешанные насаждения из клена ясенелистного, березы повислой, ясеня ланцетного, тополя, караганы древовидной. С учетом высоты и протяженности ЛП общая площадь лесомелиорируемой пашни составляла 827,5 га, из которой 456,8 га приходились на выщелоченный чернозем (табл. 9). Следует отметить, что в первой бригаде колхоза (1748 га), где было сосредоточено 60% насаждений (защитная лесистость 2,4%), защищено 534,4 га пашни, в т. ч. около 369 га на выщелоченном черноземе.

Таблица 9

Аккумуляция гумуса и биофильных элементов в почве (0-100 см) АЛЛ бывшего к-за им. Коминтерна

Показатель аккумуляции	Гумус		N		P_2O_5	
	ЗЛН	пашня	ЗЛН	пашня	ЗЛН	пашня
$Ч_В$, т/га	85,50	20,5	4,00	0,9	1,47	0,73
ЛЧ, т/га	71,60	11,6	3,50	0,1	–0,12	0,23
Итого: т	5586,0	13663,0	266,00	441,0	54,00	419,00
Среднее: т/га	79,30	16,5	3,80	0,5	0,80	0,50
кг/га·год	2144,0	446,0	102,00	14,0	21,00	14,00
На 1% лесистости, кг/га·год: АЛЛ	73,36		2,71		1,80	
1-я бригада	6262,0		3,17		3,83	

Примечание. $Ч_В$ – выщелоченный чернозем, ЛЧ – лугово-черноземная почва.

Под ЛП в аккумулятивном гор. А содержание гумуса увеличилось на 1,23-1,47% при высокой точности наблюдений (3-7%) и достоверности различия (0,90-0,96%). Большая вариабельность в содержании гумуса в нижней части профиля выщелоченного чернозема понизила точность наблюдения до 12-36%. В лесомелиорированной пашне в гор. А содержание гумуса увеличилось на 0,41-0,46%, но точность наблюдений была невысокой и достоверность различия не превышала 0,85. Очень стабильна и достоверна прибавка 0,02-0,05% валового азота под ЛП. В лесомелиорированной пашне азот аккумулировался слабо, хотя точность наблюдения была высокой. При положительном балансе фосфора в почве под насаждениями, на что указывает сравнительно большое содержание его в нижней части профиля, дефицит в верхней части можно рассматривать как относительный показатель обогащения фосфором пахотных земель при удобрении полей.

Рассчитан энергетический и экономический эффект от аккумуляции вещества в лесомелиорированной почве (табл. 10).

Таблица 10

Энергоэкономический эффект от аккумуляции гумуса и биофильных элементов в почве АЛЛ бывшего к-за им. Коминтерна

Вещество	Объем накопления, т	Накоплено энергии, ГДж	Экономический эффект, млн руб.
Гумус	19249	443593,2	19,25
N общ.	707	61367,6	4,47
P_2O_5 общ.	473	5959,8	1,18
Итого		510920,6	24,90

3.4. Лесничество "Лысогорское" Тамбовского р-на Тамбовской обл.

АЛЛ лесничества "Лысогорское" расположен на севере Южнорусской провинции степной зоны. Климат континентальный, влагообеспеченность умеренная. Среднегодовая сумма атмосферных осадков 400-500 мм, КУ 0,25-0,37.

Правобережье р. Челновой рассечено оврагами, промоинами. Преобладают уклоны 5-10° западной, а в оврагах северной и южной экспозиции. В геологическом отношении породы представлены алевритовыми отложениями аптского яруса меловой системы, перекрытыми четвертичными суглинками. Почвенный покров представлен выщелоченным черноземом, а на подошве склона – лугово-черноземной почвой.

Исследования проводили в 1992 г. Общая площадь АЛЛ равна 386 га. Площадь насаждения равна 148 га. Лесопосадки проведены в 1950-1969 гг. [43, 44]. Массивные лесные насаждения в 25-32-летнем возрасте находились в хорошем состоянии, а полосные в 15-17-летнем возрасте – в неудовлетворительном. По породному составу преобладали чистые сосновые (49%), березовые (27%) и дубовые (25%) насаждения. Открытые поляны среди ЗЛН имели густой травянистый покров.

Запас лесной подстилки в основном определен видовым составом и возрастом насаждений (табл. 11).

Определена аккумуляция органических и минеральных веществ в почве АЛЛ лесничества "Лысогорское" (табл. 12).

Рассчитана энергетическая и экономическая эффективность агролесомелиорации в АЛЛ (табл. 13).

Таблица 11

Запас лесной подстилки в насаждениях и содержание в ней питательных элементов

Индекс почвы*	Возраст насаж-дений, лет	Состав пород	Пло-щадь, га	Запас лесной подстил-ки, т/га	Содержание питательных элементов					
					%			кг/га		
					N	P_2O_5	K_2O	N	P_2O_5	K_2O
$Ч_В$б,в	28-32	Сосна	44,5	65,6	0,84	0,28	0,27	551	184	177
		Дуб	16,6	13,3	1,07	0,31	0,30	142	41	40
$Ч_В$б,в↓	25	Сосна	17,5	29,4	0,59	0,26	0,41	174	76	121
		Дуб	16,3	10,9	1,09	0,38	0,27	119	41	29
		Береза	20,5	8,5	1,24	0,37	0,31	105	32	26
$Ч_В$г,д↓	25	Береза	11,3	5,3	1,00	0,36	0,34	53	19	18
		Сосна	1,7	50,1	0,89	0,29	0,27	446	145	135
		Дуб	4,0	12,8	0,82	0,33	0,30	105	42	38
$Ч_В$в,г↑↓	15-17	Сосна	7,0	8,5	0,60	0,27	0,25	51	23	21
		Береза	8,6	2,0	0,75	0,35	0,37	15	7	7
Среднее				29,3				245	84	84

**Почва: $Ч_В$ – выщелоченный чернозем. Гранулометрический состав: б – тяжелосуглинистый, в – суглинистый, г – легкосуглинистый, д – супесчаный. Эродированность: ↓– водная слабая; ↑↓– водная и ветровая средняя.*

Таблица 12

Аккумуляция гумуса и биофильных элементов в почве (0-100 см) АЛЛ лесничества "Лысогорское" за 26-летний период мелиорации

Агролесомелиоративный фонд	Площадь, га	Аккумулировано вещества в почве, т			
		гумуса	N	P_2O_5	K_2O
ЗЛН	148	6838	385	239	931
Облесенные овраги	35	595	53	32	21
АЛЛ	386	7433	438	271	952

Суммарный энергетический эффект в лесомелиорированной почве по изученным факторам плодородия весьма внушителен не только под насаждениями, но и в лесозащищенных оврагах и в экосистеме в целом (26252 ГДж).

Экономический эффект от повышения плодородия почвы под влиянием лесомелиорации также высокий (9,2 млн руб.).

Таким образом, за 26-летний период лесомелиорации в отделении "Лысогорское" накоплено энергии 26252 ГДж, экономический эффект равен 9,175 млн руб. (в ценах 90-х годов XX в.).

Таблица 13

Энергоэкономическая эффективность 26-летней лесомелиорации почвогрунта овражно-балочной сети АЛЛ лесничества "Лысогорское"

Геоморфологический показатель		Накоплено энергии, ГДж						Экономическая эффективность, млн руб.					
элемент	экспозиция, форма	лесная подстилка	гумус	N	P_2O_5	K_2O	всего	лесная подстилка	гумус	N	P_2O_5	K_2O	всего
Берег	Южная выпуклая	4565	4285	1264	85	186	5820	2,148	1,859	0,092	0,021	0,056	2,028
	Южная вогнутая		730	344	79	52	1205		0,317	0,025	0,020	0,016	0,378
	Северная выпуклая		3095	1783	776	1062	6716		1,343	0,130	0,192	0,320	1,985
	Северная вогнутая		5153	1400	373	432	7358		2,236	0,105	0,092	0,130	2,563
Тальвег	Западная пологая		472	67	22	27	588		0,205	0,005	0,055	0,008	0,273
Итого		4565	13735	4858	1335	1759	26252*	2,148	5,960	0,357	0,380	0,530	9,375*

**С учетом лесной подстилки.*

3.5. Бывший колхоз "Сибирь" Краснозерского р-на Новосибирской обл.

АЛЛ бывшего к-за "Сибирь" расположен в Западно-Сибирской провинции лесостепной зоны. Климат континентальный. Теплообеспеченность недостаточная, сумма положительных температур 1800-2250ºС. Влагообеспеченность недостаточная. Среднегодовая сумма атмосферных осадков 300-400 мм. Часты засухи.

Рельеф плоскоравнинный, слабосточный.

Почвообразующие породы представлены карбонатными озерно-аллювиальными отложениями. Преобладают выщелоченные черноземы, в дренированных понижениях – лугово-черноземные почвы, в слабосточных – луговые солончаки.

Исследования проводили в 1989 г. [42]. Общая площадь АЛЛ равна 12937 га, пашни – 1771 га, полезащитных ЛП – 485 га, придорожных и государственных – 12%. По возрасту насаждения II класса (95%). В молодых насаждениях преобладает береза. Это преимущественно 4-6-рядные полосы продуваемой конструкции, высотой 5-12 м из березы повислой и тополя бальзамического, в нижнем ярусе карагана. Широкие плотные 50-летние полосы из березы имеют высоту 16 м, из клена – 9 м.

Наблюдения показали, что под 9-16-летними полезащитными полосами содержание гумуса в профиле выщелоченного чернозема увеличилось на 0,310%, азота – на 0,033, фосфора – на 0,011% (табл. 14). Аккумуляции калия в почве ЛП не наблюдалось, равно как в мелиорируемой пашне, где не выявлено аккумуляции и по всем другим элементам плодородия.

Под взрослыми ЛП аккумулятивные процессы выражены отчетливо. В профиле почвы содержание гумуса увеличилось на 1,01%, азота – на 0,05%, фосфора – на 0,02% и в мелиорируемой пашне соответственно на 0,10, 0,01, 0,04. Достоверность разности по гумусу и азоту под насаждениями довольно высокая (0,65-0,85) и очень низкая по фосфору и калию. Вблизи ЛП достоверны прибавки по фосфору (до 0,81), а по другим показателям только в отдельных слоях почвы.

Из общего объема накопленного гумуса, азота, фосфора основная доля приходится на площади под насаждениями (табл. 15).

Отрицательный баланс азота складывается в пахотной почве, а калия – на всей лесомелиорируемой территории. Возможными при-

чинами этого могут быть убыль питательных элементов выносом урожая сельхозкультур, накопление элементов в органах древесных растений, а также вымывание, активизация элювиальных процессов.

Таблица 14

Содержание гумуса и биофильных элементов в почве АЛЛ бывшего к-за "Сибирь", %

Возраст ЛП, лет	Глубина образца, см	Положение в АЛЛ											
		под ЗЛН				0-4Н от ЗЛН				контроль			
		гумус	N	P_2O_5	K_2O	гумус	N	P_2O_5	K_2O	гумус	N	P_2O_5	K_2O
16	0-10	5,75	0,354	0,208	1,12	5,51	0,320	0,173	1,12	5,46	0,320	0,18	0,98
	10-30	4,92	0,317	0,193	0,98	4,72	0,271	0,146	1,06	4,93	0,281	0,15	1,03
	30-50	3,00	0,209	0,175	1,04	2,68	0,146	0,109	1,01	2,60	0,148	0,12	1,09
	50-75	1,88	0,094	0,104	0,88	1,36	0,074	0,089	0,90	1,42	0,075	0,09	0,91
	75-100	0,98	0,074	0,090	0,85	0,73	0,058	0,096	0,84	0,58	0,057	0,08	0,87
49	0-10	6,90	0,384	0,274	0,86	5,70	0,330	0,280	0,89	5,57	0,315	0,28	0,93
	10-30	5,99	0,346	0,218	0,84	5,11	0,288	0,219	0,88	4,43	0,285	0,22	0,86
	30-50	3,53	0,143	0,167	0,78	1,95	0,127	0,130	0,82	1,68	0,104	0,26	0,80
	50-75	1,02	0,080	0,120	0,68	0,59	0,073	0,104	0,72	0,83	0,052	0,09	0,61
	75-100	0,38	0,093	0	0,55	1,16	0,033	0,073	0,48	0,26	0,038	0,07	0,50

Таблица 15

Аккумуляция гумуса и биофильных элементов в почве (0-100 см) АЛЛ бывшего к-за "Сибирь", т/га

Показатель	Площадь, га		Гумус		N		P_2O_5		K_2O	
	ЗЛН	пашня	ЗЛН	пашня	ЗЛН	пашня	ЗЛН	пашня	ЗЛН	пашня
Возраст ЛП, лет: 9-16	460	1641	33,50	0,7	3,40	–0,3	1,10	–0,3	–5,1	–1,0
49	25	130	75,80	15,0	4,10	–0,2	0,80	4,4	–3,5	3,5
Итого в АЛЛ: т			17305	2839	1660	–51,8	526	80,0	–2133	–1156
Среднее: т/га			35,70	1,6	3,40	–0,3	1,10	0,1	–5,0	–0,7
кг/га год			23,02	103	222	–19	70	3,0	–324	–43
На 1% лесистости, кг/га год			2679		1,53		0,81		–1,81	

Темп накопления гумуса, азота в почве под насаждениями довольно высок. В АЛЛ он, приведенный к 1% лесистости при общей лесистости 3,75%, оказался выше, чем в почвах Среднерус-

ской лесостепи в ландшафтах Новосильской ЗАГЛОС (для слоя 0-50 см), но меньше, чем в почвах ландшафта колхоза им. Коминтерна Тамбовской обл. Подобный темп аккумуляции наблюдался в ландшафте в районе активной дефляции почв.

Рассчитан экологический и энергоэкономический эффект от лесомелиорации в АЛЛ. Вследствие аккумуляции гумуса (20144 т) и азота (1148 т) в почве АЛЛ бывшего к-за "Сибирь" накоплено энергии 563864 ГДж. Экономический эффект равен 208,7 млн руб.

В табл. 16 представлена экологическая и энергоэкономическая оценка влияния лесной мелиорации на плодородие почв лесостепной зоны.

Таблица 16

Экологическая и энергоэкономическая эффективность мелиорации почв в лесостепной зоне (в слое 0-50 см)

Объект	Период мелиорации, лет	Площадь, тыс. га	Накоплено гумуса, т	Накоплено энергии, ТДж	Оценено, млн руб.
ФГУП "Новосильское"	33	4736	330,8	7,62	330,8
К-з "Россия" Рыбновского р-на Рязанской обл.	27	39	40,0	0,92	0,4
К-з им. Коминтерна Мичуринского р-на Тамбовской обл.	40	5062	19249	39,36	192,5
Лесничество "Лысогорское" Тамбовского р-на Тамбовской обл.	26	386	7433	15,20	74,3
К-з "Сибирь" Краснозерского р-на Новосибирской обл.	16	12937	20144	41,19	201,4
Итого по зоне		23160	47197	104,29	799,4

4. ПЛОДОРОДИЕ ЛЕСОМЕЛИОРИРОВАННЫХ ПОЧВ СТЕПНОЙ ЗОНЫ

Изменение плодородия почв под влиянием сельскохозяйственного использования и агролесомелиорации различно по регионам степной зоны. На юге Среднерусской возвышенности, в Поволжье основной причиной понижения плодородия почв является их водная, а на Северном Кавказе, в Сибири – ветровая эрозия. В степной зоне гумус активно накапливается в аккумулятивном гор. А (рис. 6).

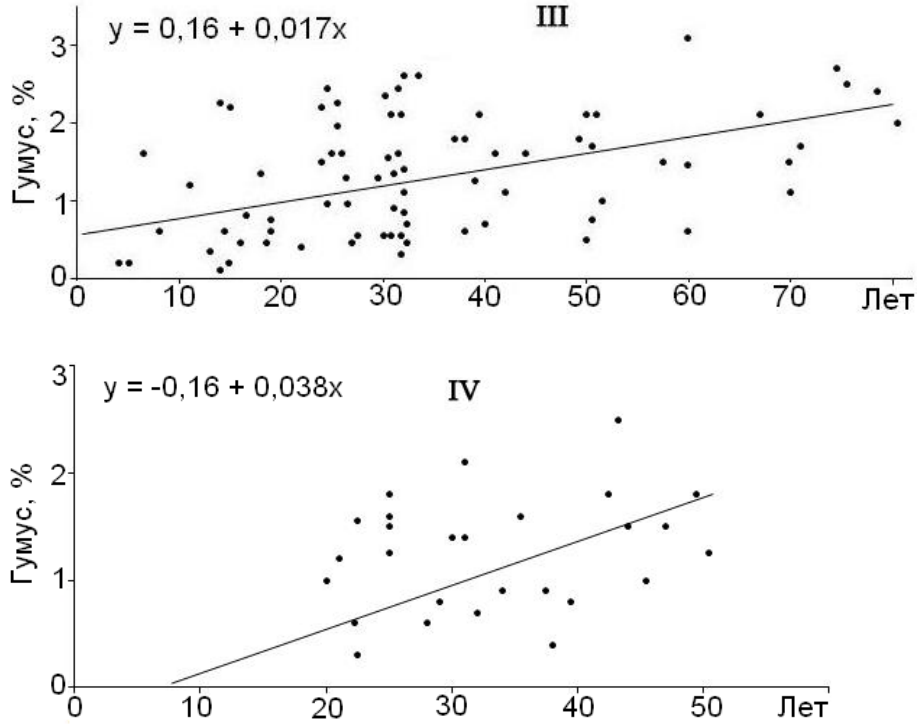

Рис. 6. Абсолютная прибавка гумуса (%) в аккумулятивном гор. А под разновозрастными ЛП (III – чернозем обыкновенный, IV – чернозем южный)

В степной зоне исключительный интерес для исследования аккумулятивных процессов в почве под влиянием лесных насаждений представляет Каменная Степь, или как ее еще называют Докучаевский оазис, созданный под руководством В. В. Докучаева и его соратников: Г. Н. Высоцкого, А. М. Сибирцева, К. Д. Глинки, А. А. Дубянского.

4.1. ГНУ Каменно-Степное опытное лесничество, Государственный заказник Каменная Степь Таловского р-на Воронежской обл.

АЛЛ Каменно-Степное лесничество расположено в Южнорусской провинции степной зоны. Климат умеренно-континентальный. Теплообеспеченность повышенная, влагообеспеченность недостаточная. Среднегодовая сумма атмосферных осадков 414 мм. По рельефу это пологий водораздел в междуречье Хопра и Битюга. Почвообразующая порода желто-бурая лёссовидная глина.

Посадки лесных насаждений на ковыльной залежи начаты в 1893 г. под руководством К. Э. Собеневского, Г. Ф. Морозова, Н. А. Михайлова. Оазис старых ЛП, созданных в 1893-1907 гг. насчитывает 178 га полезащитных, прибалочных и приусадебных насаждений [55]. Главные полезащитные ЛП меридиального направления имеют ширину 40-100 м, вспомогательные, поперечные к ним – 20-30 м. Площадь окаймленных клеток равна 7, 12, 25 га. Главная порода в насаждениях – дуб в различных сочетаниях с сопутствующими и кустарниковыми видами.

Изучены агрофизика, структурный состав почв Каменной Степи [11].

Глубокие исследования мелиоративного влияния 22-37-летних ЛП на почву в Каменной Степи выполнил Г. М. Тумин [65]. На основании анализа четырехсот почвенных разрезов им было выделено пять родов и подродов обыкновенного чернозема в зависимости от мощности гумусового горизонта (от 30 до 80 см), приуроченности их к высотным поясам. Во втором поясе водораздела (188,8-195,2 м), где располагается лесной оазис, обыкновенный чернозем в почвенном покрове составлял 100%.

На лесозащищенной пашне по сравнению с незащищенной, как и предполагали, наблюдалось повышенное содержание гумуса в почве (табл. 17).

На 30-летней залежи произошло увеличение гумуса по всему профилю и наиболее заметное на 1,31% в слое под степным войлоком. Еще более высокие прибавки гумуса отмечались под ЛП. За период мелиорации под степной растительностью в слое 0-100 см содержание гумуса увеличилось на 43,7 т/га, под ЛП – на 72,9, т. е. ежегодный темп гумусонакопления составлял соответственно 1,46 и 2,43 т/га, что примерно совпадало с процессами в пограничном рай-

оне южной лесостепи [43]. К началу 50-х гг. в почвах Каменной Степи на глубине до 85 см под защитой ЛП ежегодно содержание гумуса увеличивалось на 0,27%. Одновременно на открытых полях длительное воздействие однолетних сельскохозяйственных растений при чередовании с паром привело к резкому уменьшению количества гумуса, составлявшего около 80 т/га, или 23% обоих запасов.

Таблица 17

Изменение содержания гумуса в почве АЛЛ Каменно-Степного лесничества (по материалам Г. М. Тумина)

Глубина, см	Содержание гумуса, %				Глубина, см	Содержание гумуса, т/га			
	под ЛП	между ЛП	открытая степь			под ЛП	между ЛП	открытая степь	
			залежь	пашня				залежь	пашня
1-5	12,87	10,97	11,13	9,82	0-10	119,7	115,5	121,0	105,6
20-25	9,57	9,65	8,74	8,12	10-30	225,1	223,4	208,6	191,5
40-45	6,39	6,79	5,92	3,78	30-50	163,8	171,6	157,2	146,3
60-65	3,54	4,29	3,34	3,47	50-75	109,7	131,9	102,7	107,6
80-85	1,78	2,19	1,81	1,59	75-100	53,5	62,7	53,1	47,9
100-105	1,16	1,35	1,19	1,07	0-100	671,8	705,1	642,6	598,9

К 1973 г. на 2746 га общей площади Докучаевского оазиса произрастало 304 га защитных насаждений, в т. ч. 48% полезащитных, 31% приовражных, 21% дендропарков и приусадебных, имевших средний возраст 56,4 лет [55]. Из 2595 га сельхозугодий почвы лесомелиорированы на 54% территории.

В дополнение к материалам исследований Воронежского университета [4] для характеристики ландшафта заложены и проанализированы почвенные образцы на площадках в прибалочных массивных насаждениях, на смежных и открытых участках. Отмечено прогрессивное накопление гумуса под насаждениями, уточнено его содержание в контроле. Достоверные различия (0,79-0,99) в содержании гумуса на мелиоративной территории и в открытом поле прослеживались по всему профилю почвы. Уточнено содержание гумуса в почве на межполосных полях. Оно оказалось хотя и значительно меньшим, чем у Г. М. Тумина, но также повышенным по сравнению с содержанием под насаждением. Принимая во внимание отсутствие активных эрозионных процессов на данной территории, повышение содержания гумуса на полях Каменной Степи можно отнести на счет окультуривания почвенного покрова. Но,

так как в настоящее время отсутствует возможность использования исторического метода сравнения, мы корректировали аккумуляцию гумуса в лесомелиорируемой пашне по величинам, полученным для АЛЛ южной лесостепи (к-з им. Коминтерна).

Темп накопления гумуса в почве ландшафта оказался высоким (табл. 18). Этому способствовали длительный период мелиорации и высокая лесистость территории.

Таблица 18

Аккумуляция гумуса в почве (0-150 см) АЛЛ Каменной Степи в 1893-1973 гг.

Элемент АЛЛ	Площадь, га	Содержание гумуса, т/га	Прибавка гумуса		
			т/га	т/га·год	т/га·год на % лесистости
ЗЛН	304,0	701,0	157,6	2,80	-
Лесозащищенная пашня	1074,0	682,1 / 585,7	138,7 / 42,3	2,46 / 0,75	-
АЛЛ	2595,0	619,3 / 579,4	75,9 / 36,0	1,35 / 0,64	0,115 / 0,055

Примечание. Знаменатель – расчетные данные.

На площади 511,2 га мелиорированной пашни 75% находилось на лучшем почвенном фоне.

Под 15-32-летними насаждениями содержание гумуса увеличилось в верхнем слое гор. А обыкновенного чернозема на 0,64-1,24%, в средней и нижней частях гумусового горизонта на 0,43-0,85%, что во многих случаях обеспечило высокую достоверность различия (0,60-0,99) с контролем. Прибавка гумуса в пахотном слое мелиорированной пашни 0,16-0,50% также имела высокую достоверность различия (0,70-0,93).

Под лесными насаждениями прибавка валового азота в аккумулятивном горизонте составила 0,02-0,10%, в иллювиальном – 0,01-0,03. Достоверность различия в прибавке азота также высокая (0,6-0,9). Меньше она (0,35-0,65) в мелиорированной пахотной почве. Прибавка валового фосфора в почве под насаждением равна 0,003-0,013%, на пашне – не более 0,004%.

Рассчитана экологическая и энергоэкономическая оценка 80-летней аккумуляции гумуса в почве АЛЛ Каменной Степи (табл. 19). Эффективность аккумуляции гумуса в почве под лесонасаждениями была несколько выше по сравнению с лесомелиорированной пашней.

Таблица 19

Экологическая и энергоэкономическая эффективность аккумуляции гумуса в почве АЛЛ Каменной Степи в 1893-1973 гг.

Элемент АЛЛ	Аккумулировано гумуса, т	Накоплено энергии, ПДж	Экономический эффект, млн руб.*
ЗЛН	47910,4	1,104	479,1
Лесозащищенная пашня	45430,2	1,047	454,3
АЛЛ	93340,6	2,151	933,4

*Примечание. *В ценах 1973 г.*

4.2. ФГБНУ "Поволжская АГЛОС" Дубово-Уметского р-на Самарской обл.

АЛЛ Поволжской АГЛОС расположен в Заволжской провинции степной зоны. Климат характеризуется умеренной континентальностью, недостаточной обеспеченностью влагой, нередкими засухами и суховеями, средней обеспеченностью теплом. Рельеф в междуречье Самары и Чапаевки увалистый, пологоволнистый. Почвенный покров представлен черноземом обыкновенным малогумусным тяжелосуглинистым.

Площадь АЛЛ равна 2,8 тыс. га, пашня занимает 2,2, пастбища – 0,3, ЗЛН – 0,3 тыс. га.

По состоянию на 1982 г. в АЛЛ имелось 79 полезащитных и противоэрозионных ЛП (187,1 га) и 6 участков массивных насаждений, заложенных в 1950-1977 гг. (42,4 га). Высота полезащитных ЛП, в основном ажурной конструкции, равна 6-20 м, плотных противоэрозионных – 5-9 м. Видовой состав чистых и смешанных ЗЛН: береза, дуб, клен, ясень, лиственница.

Вследствие задержания и отложения твердых атмосферных осадков в системе взаимодействующих ЛП наблюдалось сквозное промачивание почвогрунта до антропогенных ГВ. В 1988 г. заполнилось водохранилище (300 тыс. $м^3$) на площади, равной 8,3% территории [40, 41]. До посадки ЗЛН ГВ залегали на глубине 9 м, а спустя 25 лет поднялись выше 3 м на 41,6% площади АЛЛ и на уровень 3-9 м на 49,1% и стали доступными для растений.

Почвенный покров в АЛЛ представлен в основном обыкновенным черноземом ($Ч_о$), подразделенным на 3 категории по мощности и эродированности: среднемощный ($Ч_0$"); маломощный слабоэродированный ($Ч_0$'↓); маломощный среднеэродированный ($Ч_о$'↓↓).

Из общей площади 511,2 га мелиорированной пашни вблизи ЗЛН 79% находятся на неэродированном почвенном фоне и 16% – на $Ч_о'$↓.

Под влиянием 15-32-летних насаждений прибавки органического вещества в верхнем слое гор. А равны 0,64-1,24% (табл. 20). В средней и нижней части гумусового горизонта содержание гумуса увеличилось на 0,4-0,8%. Соответственно увеличилось содержание в почве общего азота и фосфора.

Таблица 20

Прибавка гумуса и биофильных элементов в почве под 15-32-летними ЗЛН

Почва	Место определения	Глубина см	Прибавка вещества, %		
			гумус	N	P_2O_5
$Ч_о''$	ЛП, повторность = 10	0-10	1,24	0,07	0,008
		10-30	0,50	0,03	0,013
		30-50	0,61	0,02	0,011
	Лесомелиорированная пашня, повторность = 10	0-10	0,50	0,02	0,002
		10-30	0,16	0,01	0,003
		30-50	0,07	0	0
$Ч_о''$↓	ЛП, повторность = 3	0-10	0,14	0,02	0,013
		10-30	0,44	0,03	0,010
		30-50	0,43	0,03	0,003
$Ч_о'$↓↓	ЛП, повторность = 5	0-10	0,64	0,02	0
		10-30	0,51	0,01	0,002
		30-50	0,54	0,02	0,008
	Лесной массив, повторность = 4	0-10	0,64	0,02	0,010
		10-30	0,85	0,04	0,002
		30-50	0,92	0,03	0,004

С учетом почвенных условий и мелиоративного влияния ЗЛН изменилось плодородие почвы в АЛЛ Поволжской АГЛОС (табл. 21).

Таблица 21

Аккумуляция гумуса и биофильных элементов в почве АЛЛ Поволжской АГЛОС

Почва	Площадь, га		Гумус, т		N, т		P_2O_5, т	
	ЗЛН	пашня	ЗЛН	пашня	ЗЛН	пашня	ЗЛН	пашня
$Ч_о''$	83,4	403,7	3494,0	4643,0	167,0	19,0	58,0	40,0
$Ч_о'$↓	38,9	90,3	1552,0	352,0	70,0	33,0	15,0	14,0
$Ч_о'$↓↓	39,1	127,2	1952,0	150,0	60,0	3,0	11,0	3,0
Всего	161,4	611,2	3507,0	5145,0	297,0	55,0	84,0	57,0

Таким образом, в АЛЛ Поволжской АГЛОС на общей площади 2900 га за 32 года лесомелиорации накопилось в слое почвы 0-50 см: гумуса 8652 т, общего азота 352 т, фосфора 141 т, или соответственно 2,98, 0,12 и 0,05 т/га.

Рассчитана энергоэкономическая эффективность агролесомелиорации (табл. 22).

Таблица 22

Энергоэкономическая эффективность аккумуляции гумуса и биофильных элементов в почве АЛЛ Поволжской АГЛОС

Вещество, т	Накоплено энергии, ТДж	Экономический эффект, млн руб.
Гумус	216,689	86,52
N	30,554	2,23
P_2O_5	1,734	0,44
Итого	248,977	89,19

4.3. Тимашевский филиал Поволжской АГЛОС Кинель-Черкасского р-на Самарской обл.

АЛЛ Тимашевского филиала расположен в Заволжской провинции степной зоны. Климат подобен предыдущему АЛЛ. По рельефу относится к Сыртовому Заволжью. Междуречный (реки Кинель и Сарбай) водораздел выпуклый. Почвенный покров представлен черноземом обыкновенным среднегумусным среднемощным глинистым.

АЛЛ заложен по инициативе В. В. Докучаева агрономом А. Гродским в 1894-1897 гг. ЛП закладывали на расстоянии 600-1300 м, что определило лесистость территории 2,4%. В 1948-1950 гг. в южной части АЛЛ дополнительно посажены малорядные ветроломные ЛП через 170 м, образовавшие поля площадью 16-20 га, с лесистостью 8,2%. В декабре 1947 г. заложены гидрологические профили и сеть смотровых скважин.

Средняя высота снежного покрова в 1974-2007 гг. была на 20 см выше и запас воды в снеге на 56 мм больше, чем на незащищенном фоне [40, 41]. За 60 лет уровень грунтовых вод (УГВ) в АЛЛ повысился на 210 см. Изменилась гидроморфность угодий. При УГВ выше 4 м ГВ стали корнедоступными для сельскохозяйственных растений на 33,3% площади, а при УГВ до 7 м – для древесной растительности на 95,7% площади.

Активно развивались процессы аккумуляции гумуса и биофильных элементов в почве (табл. 23).

Таблица 23

Аккумуляция гумуса и биофильных элементов в почве (0-100 см) АЛЛ Тимашевского филиала, 2007 г.

Объект	Площадь, га	Гумус		N		P_2O_5	
		т/га	кг/га·год	т/га	кг/га·год	т/га	кг/га·год
Лесной БГЦ	26	89,9	1498	3,82	64	1,08	18
Аграрный БГЦ	153	17,9	298	0,81	14	0,20	3
АЛЛ	338	15,0	250	0,36	6	0,17	3

Рассчитан энергоэкономический эффект от аккумуляции питательных веществ в почве (табл. 24). В АЛЛ Тимашевского филиала накоплено энергии 137193 ТДж, экономический эффект составил 59,917 млн руб.

Таблица 24

Энергоэкономический эффект от аккумуляции питательных веществ в почве (0-100 см) АЛЛ Тимашевского филиала, 2007 г.

Объект	Накоплено вещества, т			Накоплено энергии, ТДж	Экономический эффект, млн руб.
	гумус	N	P_2O_5		
Лесной БГЦ	2337,4	99,32	28,08	62,941	24,685
Аграрный БГЦ	2738,7	123,93	30,60	74,252	35,232
АЛЛ	5070,0	121,68	57,46	137,193	59,917

4.4. Бывший колхоз "Дёминский" Новоаннинского р-на Волгоградской обл.

АЛЛ бывшего к-за "Дёминский" расположен в Южнорусской умеренно-засушливой провинции степной зоны. Климат умеренно-континентальный. Среднегодовая сумма атмосферных осадков 360-400 мм, КУ 25-30. АЛЛ расположен на Среднерусской возвышенности в Хоперско-Бузулукском низменном аккумулятивном плоскоравнинном геоморфологическом районе. Почвенный покров представлен черноземом обыкновенным малогумусным суглинистым, тяжелосуглинистым.

Общая площадь АЛЛ равна 26811 га, ЗЛН – 524 га, защитная лесистость 1,9%. Полезащитные ЛП посадки 1948-1950 гг. в период исследования 1982 г. имели средний возраст 32 года. По составу –

лиственные (дуб, береза, клен, ясень, вяз и др.), по строению – сложные, по конструкции – плотные, по состоянию – удовлетворительные, нуждающиеся в лесоводственном уходе.

Под влиянием 32-летних ЛП прибавка гумуса в гор. А обыкновенного чернозема равна 0,91-2,01%, в гор. В – 0,50-1,19%. При этом достоверность различия с контролем высокая – 0,67-0,99. Прибавка гумуса 0,15-0,40% в мелиоративной пашне также достоверна. Содержание валового азота в почве под насаждениями увеличилось на 0,02-0,11%, валового фосфора – на 0,02%; значительно меньше этих элементов аккумулировалось в лесомелиорированной пашне.

Из общей суммы накопленного гумуса более половины приходится на мелиорированную пашню (табл. 25). За 32-летний период прибавка гумуса здесь равна 13 т/га или ежегодно 496 кг/га. Темп аккумуляции гумуса под ЛП был примерно в 4 раза выше, чем на прилегающих участках. По фосфору он выражен слабее. В замедленном темпе накапливался азот на сельхозугодьях. В расчете на 1% лесистости ландшафта прибавка гумуса в почве оказалась относительно высокой – 40 кг/га·год, а прибавка азота и фосфора – низкими (0,5-0,8 кг/га·год).

Таблица 25

Аккумуляция гумуса и биофильных элементов в почве (0-100 см) АЛЛ бывшего к-за "Дёминский", т/га

Почва, показатели аккумуляции	Площадь, га		Гумус		N		P_2O_5	
	ЗЛН	пашня	ЗЛН	пашня	ЗЛН	пашня	ЗЛН	пашня
$Ч_о$'а, б	145	777	59,70	5,9	3,53	–0,37	0,34	–0,21
$Ч^о$'в, г	262	1648	57,70	17,1	1,41	0,19	0,51	0,46
$Ч_о$'б↓	117	569	35,20	10,8	1,19	0,33	0,15	0,15
Итого: т			27892	38910	1020	213	201	680
Среднее: т/га			53,20	13,0	1,95	0,07	0,38	0,23
кг/га·год			1663	496	61,00	2,20	10,40	7,20
На 1% лесистости в АЛЛ, кг/га·год			39,95		0,74		0,53	

Примечание. Гранулометрический состав: а – глинистый, б – тяжелосуглинистый, в – суглинистый, г – легкосуглинистый.

Рассчитан энергоэкономический эффект от аккумуляции веществ в почве (0-100 см) в АЛЛ бывшего к-за "Дёминский" (табл. 26). За 32-летний период мелиорации накоплено гумуса 66802 т, валового N 1233 т, P_2O_5 881 т. Энергетический эффект составил

1650,017 ТДж, экономический – 676,701 млн руб.

Таблица 26

Энергоэкономический эффект от аккумуляции веществ в АЛЛ бывшего к-за "Дёминский"

Местоположение	Вещество, т	Накоплено энергии, ПДж	Экономический эффект, млн руб.
Под ЗЛН	Гумус	642,771	278,920
	N	88,536	6,456
	P_2O_5	2,533	0,627
Итого		733,840	286,003
Лесозащищенная пашня	Гумус	896,681	389,100
	N	18,488	1,348
	P_2O_5	1,008	0,250
Итого		916,177	390,698
Всего		1650,017	676,701

4.5. Бывший колхоз "Победа" Каневского р-на Краснодарского края

АЛЛ расположен в Предкавказской провинции степной зоны. Климат умеренно-теплый и умеренно-влажный. Среднегодовая сумма атмосферных осадков 450-500 мм, КУ 0,35-0,45. Рельеф равнинный пологоволнистый. Почвы представлены предкавказскими обыкновенными черноземами среднегумусными среднемощными тяжелосуглинистыми.

Общая площадь АЛЛ равна 20022 га, ЗЛН – 682 га, лесомелиорированных сельхозугодий – 3362 га, лесистость территории 3,4%.

Старовозрастные 50-60-летние и средневозрастные 25-40-летние полезащитные полосы на площади 552 га – широкие (16-40 м), плотной конструкции, высотой 13-14 м, молодые (< 15 лет) на площади 230 га – узкие (до 15 м), продуваемые (9 м). По составу преобладали ясень, робиния.

Наблюдения показали, что под ЗЛН моложе 25 лет содержание гумуса в слое 0-100 см увеличилось на 0,38%, или 0,38 т/га, общего азота и фосфора на 0,02% (табл. 27). Под 25-40-летними ЛП содержание гумуса увеличилось на 0,19%, азота и фосфора – на 0,01%, калия – на 0,05%.

Рассчитан энергоэкономический эффект от аккумуляции веществ в почве в АЛЛ бывшего к-за "Победа" (табл. 28). За 39-летний период лесомелиорации накоплено энергии в почве 2,661 ПДж, экономический эффект составил 886,82 млн руб. При этом под ЗЛН

было накоплено энергии больше на 0,591 ПДж и экономический эффект был больше на 276,96 млн руб., чем на лесомелиорированной пашне.

Таблица 27

Аккумуляция гумуса и биофильных элементов в черноземе предкавказском (0-100 см) АЛЛ бывшего к-за "Победа" за 39-летний период лесомелиорации, т/га

Возраст ЛП, лет	Площадь, га		Гумус		N		P_2O_5		K_2O	
	ЗЛН	пашня	ЗЛН	пашня	ЗЛН	пашня	ЗЛН	пашня	ЗЛН	пашня
< 25	230	780	28,0	12,2	0,2	–0,2	0,9	0,9	0,4	2,1
24-40	98	565	57,0	6,9	4,1	0,3	1,0	0,9	5,5	3,3
50-60	454	2016	98,8	11,3	7,7	0,6	1,7	1,0	10,3	3,3
Итого, т			54081	36195,3	3924	1223	987	3227	5267	10155
Среднее: т/га			79,3	10,8	0,8	0,4	1,4	1,0	7,7	3,0
кг/га·год			2033,3	276,1	117,6	9,3	32,1	24,6	198,0	77,5
На 1% лесист. в АЛЛ, кг/га·год			34,01		1,81		1,59		5,81	

Таблица 28

Энергоэкономический эффект от аккумуляции веществ в почве АЛЛ бывшего к-за "Победа"

Местоположение	Вещество	Накоплено энергии, ПДж	Экономический эффект, млн руб.
Под ЗЛН	Гумус	1,246	540,81
	N	0,341	24,83
	P_2O_5	0,012	3,08
	K_2O	0,027	13,17
Итого		1,626	581,89
Лесомелиорированная пашня	Гумус	0,805	262,02
	N	0,106	7,44
	P_2O_5	0,040	10,07
	K_2O	0,084	25,40
Итого		1,035	304,93
Всего		2,661	886,82

4.6. Бывший колхоз им. Ленина Новокубанского р-на Ставропольского края

АЛЛ бывшего к-за им. Ленина "Армавирский коридор" распо-

ложен в Предкавказской провинции степной зоны. Климат умеренно-теплый и умеренно-влажный. Среднемесячная сумма атмосферных осадков 400-450 мм, КУ 30-40. Геоморфология представлена Предкавказской стволовой равнинной долиной реки Кубани. Почвы – предкавказские черноземы, мицелярно-карбонатные малогумусные суглинки.

Общая площадь АЛЛ равна 16161 га, ЗЛН – 845 га, полезащитная лесистость 5,2%. Насаждения преимущественно (96,4%) полезащитные плотной и ажурной конструкции. Посадки старше 1953 г. занимают площадь 615 га, моложе 1969 г. – 230 га. По видовому составу преобладали робиниевые (56%), гледичиевые (16%). Средняя высота молодых насаждений 8,5 м, взрослых 11,3 м. Общая площадь лесомелиорированных сельхозугодий равна 4168 га.

В результате активной дефляции почв, принявшей катастрофические размеры в 1969 г., когда был разрушен слой почвы на глубину 6 см [16], образовались отложения во взрослых ЛП в среднем мощностью 60 см, в молодых – 20 см. На расстоянии до 4Н от взрослых ЛП средняя мощность отложений равна 10 см. В эоловых наносах гумуса содержалось в ряде случаев меньше, чем в пахотном слое на контроле, что характерно для процессов дефляции тяжелых почв [15].

Вследствие благоприятных условий накопления и разложения органического вещества в нижней части профиля почвы под молодыми ЛП увеличилось содержание гумуса на 0,65-1,05% при высокой достоверности различия с контролем 0,76-0,83. На расстоянии 2Н от ЛП также отмечено достоверное увеличение гумуса в почве на 0,45-0,53%, но на расстоянии 10Н это увеличение недостаточно. В молодой системе ЛП слабо аккумулируются в почве валовые формы биофильных элементов.

В почве под взрослыми ЛП аккумулятивные процессы выражены отчетливо: в слое 0-30 см содержание гумуса увеличилось на 0,56-0,96%, в слое 30-100 см – на 1,21-1,80% при очень высокой достоверности различия с контролем. Активно накапливался в почве валовый калий, а в нижних слоях – фосфор и азот. Такая же закономерность, но в меньших объемах наблюдалась на расстоянии 2 и 10Н от ЛП. Отмечая положительную тенденцию аккумуляции веществ в почве на расстоянии 4-15Н от ЛП, мы не включили в расчеты эту лесомелиорированную площадь сельхозугодий.

В предкавказском обыкновенном малогумусном мощном де-

флированном тяжелосуглинистом черноземе увеличилось содержание гумуса под взрослыми ЛП на 677,5 т/га, под молодыми – на 144,8, в т. ч. за счет отложений в мелкоземе, соответственно, на 100,6 и 531,3 т/га, что составило 69 и 79% от общей аккумуляции гумуса (табл. 29).

Таблица 29

Аккумуляция и биофильных элементов в почве (0-100 см) АЛЛ "Армавирский коридор", т/га

Показатель	Площадь, га		Гумус		N		P_2O_5		K_2O	
	ЗЛН	паш-ня	ЗЛН	паш-ня	ЗЛН	паш-ня	ЗЛН	паш-ня	ЗЛН	паш-ня
Возраст, лет:										
< 15	230	1203	144,8	52,9	5,9	1,4	3,4	0,4	25,0	2,3
> 15	615	2965	677,5	126,6	37,4	5,9	17,9	2,5	133,4	19,8
Среднее: т/га			532,5	105,3	28,8	4,6	14,0	1,9	103,9	14,7
т/га·год			22,2	4,4	1,2	0,2	0,6	0,1	4,3	0,6
На 1% лесист. в АЛЛ, кг/га·год			440,7		21,6		9,8		73,9	

В лесомелиорированной пашне аккумуляция гумуса проходила также активно, главным образом, за счет отложения мелкозема. Под насаждениями и на расстоянии от них до 4Н наблюдался положительный баланс биофильных элементов в почве.

С учетом общей площади насаждений в ландшафте средняя прибавка гумуса в почве равна 532,5 т/га, т. е. в среднем за год его накапливалось 22,2 т/га. На мелиорированной пашне темпы аккумуляции были в 5 раз ниже. На всей площади АЛЛ при 1% удельной лесистости территории средняя прибавка гумуса составила 440,7, азота – 21,6, фосфора – 9,8 и калия – 73,9 кг/га·год.

Таким образом, темп аккумуляции веществ в почве АЛЛ "Армавирский коридор" был значительно выше, чем в других регионах.

Рассчитан общий экологический эффект от аккумуляции веществ в почве (табл. 30). Наибольшее количество веществ накоплено под старовозрастными ЗЛН, в лесомелиорированной пашне – несколько меньше, чем под ЗЛН.

Рассчитан энергоэкономический эффект от аккумуляции гумуса и биофильных элементов в почве АЛЛ (табл. 31).

Таким образом, энергетический эффект от аккумуляции веществ в почве АЛЛ "Армавирский коридор" равен 25,720 ПДж,

экономический – 10665,75 млн руб.

Таблица 30

Объем аккумуляции веществ в почве (0-100 см) в АЛЛ "Армавирский коридор", т

Показатель	Объем аккумуляции вещества							
	гумус		N		P_2O_5		K_2O	
	ЗЛН	пашня	ЗЛН	пашня	ЗЛН	пашня	ЗЛН	пашня
Возраст, лет: < 15	330,4	1255,9	135,7	1684,2	782,0	481,2	575,0	2766,9
> 15	41662,5	47536,9	2390,1	17493,5	11008,5	7412,5	8204,1	5870,7
Итого	41992,9	48792,8	2525,8	19177,7	11790,5	7893,7	8779,1	8637,6

Таблица 31

Энергоэкономическая эффективность аккумуляции веществ в почве АЛЛ "Армавирский коридор"

Местоположение	Вещество	Накоплено энергии, ПДж	Экономический эффект, млн руб.
ЗЛН	Гумус	10,369	4499,67
	N	2,114	154,16
	P_2O_5	0,480	24,63
	K_2O	0,728	21,95
Итого		13,691	4700,41
Лесомелиорированная пашня	Гумус	10,117	4390,06
	N	1,665	12,14
	P_2O_5	0,148	26,14
	K_2O	0,099	1537,00
Итого		12,029	5965,34
Всего		25,720	10665,75

4.7. Бывший совхоз "Гигант" Сальского р-на Ростовской обл.

АЛЛ бывшего с-за "Гигант" расположен в Южнорусской провинции степной зоны. Климат умеренно-теплый. Среднегодовая сумма атмосферных осадков 350-400 мм, КУ 0,25-0,30. Геоморфология представлена Приазовской Доно-Егорлыкской плоской аккумулятивной равниной. Почвы – черноземы южные малогумусные маломощные тяжелосуглинистые.

Общая площадь АЛЛ бывшего с-за "Гигант" равна 44298 га, ЗЛН – 1847, в т. ч. 1684 га полезащитных ЛП и 93 га массивов, обеспечивающих 4,2% лесистость территории. Преобладают полосы

плотной конструкции из робинии псевдоакации (42%), ясеня ланцетного (28%), бирючины и др. Средняя высота 16-25-летних полос равна 8,3 м, 28-49-летних – 12 м. Мощность эоловых отложений в молодых ЗЛН равна 3-5 см, в средневозрастных – 8-15 см.

В благоприятных условиях накопления и разложения органических остатков содержание гумуса в верхней части гор. А под молодыми 16-25-летними полезащитными полосами увеличилась на 1,2%, в средней части профиля – на 0,6-0,9 и в нижней части – на 0,3%. Достоверность различия с контролем прибавки гумуса высокая (0,94-0,68). В гор. А достоверно увеличилось содержание валового калия. Прослеживалась тенденция увеличения валового азота и фосфора в почве. На расстоянии до 4Н от ЛП почти не наблюдалась аккумуляция гумуса и биофильных элементов.

Под взрослыми 26-49-летними полосами содержание гумуса по профилю почвы увеличилось на 0,65-1,35% при очень высокой достоверности различия с контролем (0,89-0,99). Существенно, на 0,03-4,04%, увеличилось содержание валового азота (достоверность 0,78-0,69). Слабо аккумулировались фосфор и калий, что возможно связано с высокими дозами внесения их с удобрениями. В лесомелиорированной пашне наиболее активно аккумулировались гумус и калий. Аккумулятивные процессы в дефлированной почве под теми же полновозрастными насаждениями и особенно в зоне их мелиоративного влияния были выражены в большей степени, чем на остальной площади. Вероятно, что на дефлированной территории почва в середине крупных межполосных клеток была не защищена и плодородие ее продолжало ухудшаться.

В предкавказском южном ($Ч_п^ю$) (мицеллярно-карбонатном) мощном и среднемощном слабогумусированном глинистом и тяжелосуглинистом черноземе увеличилось содержание гумуса под молодыми насаждениями на 112,9 т/га, под взрослыми на 151,9-169,7 (табл. 32). Значительно, на 34,3 т/га, повысилось содержание гумуса в мелиорированной эродированной пашне. Темпы аккумуляции гумуса были высокими. Так, ежегодно в течение среднего 36-летнего периода роста насаждений на гектаре ЛП накапливалось 4444 кг гумуса. На всей площади ландшафта при удельной лесистости 1% ежегодная прибавка гумуса составляла 50,5 кг. Темпы аккумуляции биофильных элементов в ландшафте были относительно высокими. Таким образом, мелиоративное влияние ЛП на эродированные черноземы Северного Кавказа выражено заметнее, чем на

черноземы Поволжья и Средне-Русской равнины.

Таблица 32

Аккумуляция гумуса и биофильных элементов в почве (0-100 см) АЛЛ бывшего с-за "Гигант" Ростовской обл., т/га

Показатель	Возраст, лет	Площадь, га		Гумус		N		P_2O_5		K_2O	
		ЗЛН	пашня	ЗЛН	пашня	ЗЛН	пашня	ЗЛН	пашня	ЗЛН	пашня
Почва:											
$Ч_п^{ю}$↓	16-25	54	230	112,9	2,6	4,45	1,06	1,64	–0,23	10,51	2,00
$Ч_п^{ю}$	28-49	924	1847	169,7	7,2	8,14	0,66	3,17	0,66	16,43	12,87
$Ч_п^{ю}$↓	28-49	799	1166	151,9	34,3	6,17	0,73	1,29	–0,66	20,51	–1,12
Среднее: т/га				160,0	16,6	7,10	0,71	2,28	0,12	19,13	7,06
кг/га·год				4444,0	461,0	198,0	20,00	63,00	3,00	531,0	196,0
На 1% лесистости в АЛЛ: кг/га·год				50,5		2,24		0,66		8,50	

Рассчитан экологический и энергоэкономический эффект от аккумуляции веществ в почве АЛЛ бывшего с-за "Гигант" (табл. 33).

Таблица 33

Экологическая и энергоэкономическая эффективность аккумуляции веществ в почве (0-100 см) АЛЛ бывшего с-за "Гигант" за 36-летний период агролесомелиорации

Местоположение	Вещество	Накоплено вещества, т	Накоплено энергии в почве, ПДж	Экономический эффект, млн руб.
ЗЛН	Гумус	284320,000	65,521	2843,20
	N	12688,000	11,013	80,30
	P_2O_5	41,000	0,511	12,64
	K_2O	34,000	2,822	84,99
Итого			79,865	3021,13
Лесомелиорированная пашня	Гумус	53933,000	12,429	539,33
	N	2309,000	2,003	14,61
	P_2O_5	390,000	0,005	1,22
	K_2O	22938,000	1,904	57,35
Итого			16,341	612,51
Всего			96,206	3633,64

Таким образом, аккумулированные в почве (0-100 см) гумус, валовые формы азота, фосфора и калия накопили энергию 96,206 ПДж, создали экономический эффект 3633,64 млн руб. в АЛЛ быв-

шего с-за "Гигант" за 36-летний период агролесомелиорации.

В степной зоне в 7 АЛЛ аккумулировано гумуса в слое 0-100 см 683247 т, накоплено энергии 34,818 ПДж, экономический эффект равен 6832,46 млн руб. (табл. 34).

Таблица 34

Экологическая и энергоэкономическая эффективность мелиорации почв в степной зоне (в слое 0-100 см) по гумусу

АЛЛ	Период мелиорации, лет	Площадь, га	Накоплено гумуса, т	Накоплено энергии, ПДж	Экономический эффект, млн руб.
ГНУ Каменно-степное опытное лесничество Таловского р-на Воронежской обл.	56	2595	93341,0	2,147	933,40
Поволжская АГЛОС Дубово-Уметского р-на Самарской обл.	32	2900	8652,0	0,199	86,52
Тимашевский филиал Кинель-Черкасского р-на Самарской обл.	60	338	5070,0	0,117	50,70
Бывший к-з "Дёминский" Новоаннинского р-на Волгоградской обл.	32	26811	66802,0	1,848	668,02
Бывший к-з "Победа" Каневского р-на Краснодарского края	39	20022	80343,0	1,848	803,43
Бывший к-з им. Ленина Новокубанского р-на Краснодарского края	15-40	16161	90786,7	20,881	907,86
Бывший с-з "Гигант" Сальского р-на Ростовской обл.	16-49	44298	338253,0	7,778	3382,53
Итого		123125	683247,0	34,818	6832,46

5. ПЛОДОРОДИЕ ЛЕСОМЕЛИОРИРОВАННЫХ ПОЧВ СУХОСТЕПНОЙ ЗОНЫ

Природная зона представляет собой засушливую степь на темно-каштановых и каштановых почвах, залегает на юге Восточноевропейской равнины в пределах Восточно-Донской гряды, Приволжской возвышенности, в Заволжье на юге Общего Сырта и Западно-Сибирской низменности. Для зоны характерны интенсивное землепользование и деградация почв. При лесомелиорации агроземов отмечаются активная аккумуляция органических и минеральных веществ, отложение продуктов смыва и дефляции (рис. 7). Изучено почвообразующее влияние широких полос в степи [12].

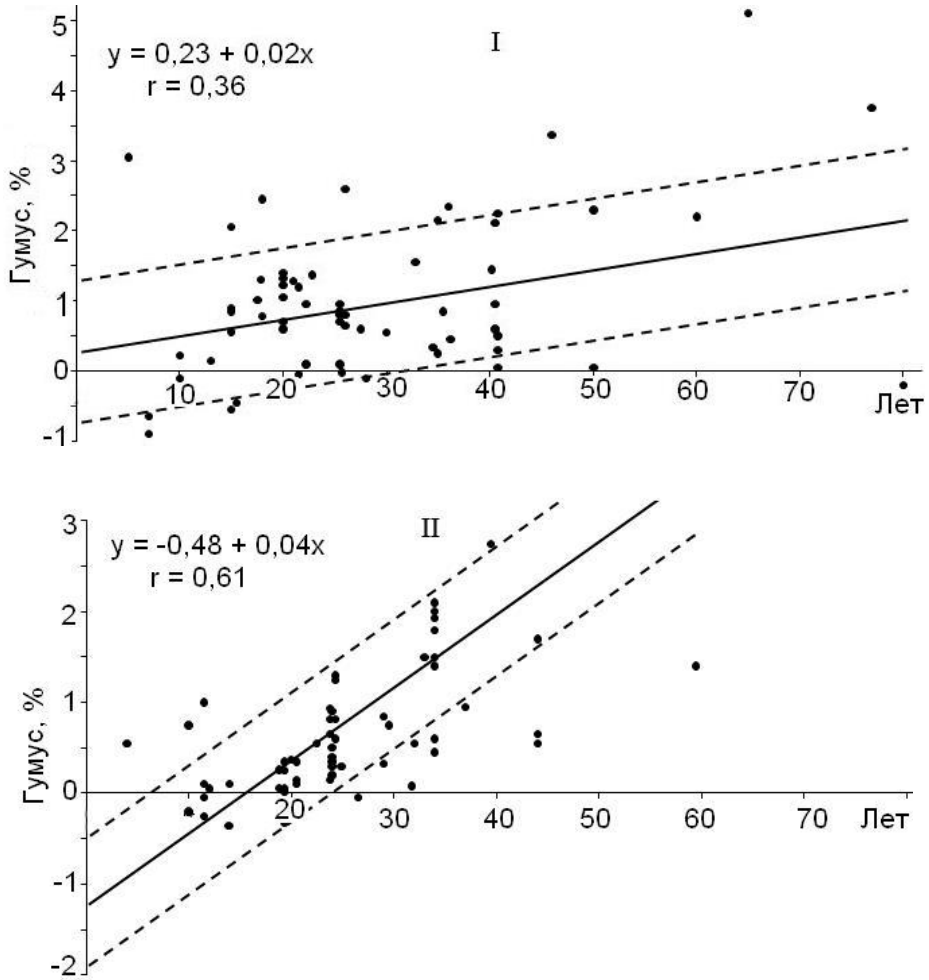

Рис. 7. Зависимость прибавки гумуса (%) в гор. А темно-каштановой (I) и каштановой (II) почв от возраста насаждений

5.1. ФГБНУ Клетский филиал ВНИАЛМИ Клетского р-на Волгоградской обл.

АЛЛ расположен в Манычско-Донской провинции сухостепной зоны. Климат континентальный умеренно-теплый, засушливый. Среднегодовая сумма атмосферных осадков 360 мм, КУ 0,15-0,20.

В геоморфологическом отношении территория типична для Волго-Донской гряды, расположена в средней части суходольного звена – суходола Кобелевский. Водосборная площадь овражно-балочной сети составляет 3737 га.

Опорный пункт был организован в 1932 г. по инициативе профессора Н. И. Суса. Опытно-исследовательские работы начаты в 1933 г. и проводились до середины 1941 г. под руководством В. К. Духнова. В годы войны значительно пострадали ЗЛН. После оккупации здесь сохранились лишь 6,21 га лесных и 2,50 га плодовых насаждений, которые нуждались в проведении санитарных мероприятий и в пополнении древостоя. В настоящее время АЛЛ занимает 368 га, из которых 72 га приходятся на склоны крутизной свыше 10º, сильно расчлененные размывами и глубокими промоинами. Около 170 га представлены более пологими (до 3º) участками суходола, разобщенными оврагами. Расчлененность поверхности древней гидрографической сетью достигает 3 км/км^2, а на склоновых землях – свыше 30 км/км^2. Глубина базиса эрозии – 94 м.

В пределах склоновой катены суходола Кобелевский выделены следующие агроландшафтные полосы: приводораздельная, присетевая, гидрографическая суходольная. Критерии их выделения представлены в табл. 35.

Таблица 35

Критерии выделения агроландшафтных полос

Агроландшафтная полоса	Расстояние от водораздела, м	Крутизна склонов, град	Степень эродированности
Приводораздельная	200-300	< 3	Слабая
Присетевая	300-800	3-10	Средняя, сильная, очень сильная
Гидрографическая суходольная	800-1500	> 10	Слабая, средняя, сильная, очень сильная

Морфометрический анализ с использованием методики эколого-энергоэкономической оценки агролесомелиорированных почв, разработанной в лаборатории почвоведения ВНИАЛМИ, позволил дать характеристику ландшафтных выделов (табл. 36).

Таблица 36

Характеристика агроландшафтных полос суходола Кобелевский

Агроландшафтная полоса	$S_{общ}$, км^2	S овражно-балочной системы, км^2	Овражно-балочная система, %	Расчлененность, км/км^2	S ЗЛН, км^2	ЗЛН, %
Приводораздельная	1,71	0,12	7,02	5,64	0,29	16,96
Присетевая	1,25	0,22	17,60	10,32	0,12	9,60
Гидрографическая суходольная	0,72	0,14	19,44	4,54	0,02	2,78
Среднее			13,04	8,35		11,68
Итого	3,68	0,48			0,43	

Запасы лесной подстилки в ЛП суходола относительно большие вследствие задержания на поверхности листового опада, продуктов смыва и дефляции почвы. Наибольшие (39-47 т/га) они в 50-летних, широкополосных и массивных насаждениях с участием дуба, вяза, клена, липы, сосны и кустарников, наименьшие (2-4 т/га) – в расстроенных прибалочных и приовражных ЛП, в однорядных кулисах (16 т/га). На приводораздельном склоне в 40-50-летних узких стокорегулирующих полосах лесная подстилка повреждена пожаром.

В среднем запасы лесной подстилки на приводораздельном склоне оказались ниже, чем на присетевом, из-за больших площадей расстроенных приовражных и прибалочных ЛП (табл. 37).

Таблица 37

Запасы лесной подстилки и содержание в ней питательных элементов

Склоновая катена (агроландшафтные полосы)	Запасы лесной подстилки, т/га	Содержание питательных элементов, кг/га		
		N	P_2O_5	K_2O
Приводораздельная	16,8	403	34	84
Присетевая	24,2	508	48	121
Среднее	19,0	434	38	95

Сравнительно молодые лесомелиорированные почвы характеризуются активной аккумуляцией органических и минеральных веществ. Под лесонасаждениями содержание гумуса в почве в слое 0-10 см достигает 4-8%. Существенные прибавки гумуса наблюдаются и в слое 30-50 см. За счет биогенной и абиотиче-

ской аккумуляции веществ увеличилось и содержание валового азота, фосфора и калия в почве.

Прибавки гумуса в почвах оказались относительно большими и выровненными по элементам рельефа (табл. 38). Это объясняется преобладанием стаоровозрастных лесонасаждений, наличием в приводораздельной полосе больших площадей супесчаных почв и расстроенных приовражных и прибалочных ЛП, а в присетевой полосе – активного задержания продуктов смыва гидротехнически усиленными биологическими преградами.

Таблица 38

Аккумуляция гумуса и биофильных элементов в почве под лесонасаждениями

Склоновая катена	Прибавка веществ в почве в слое 0-50 см							
	гумус		N		P_2O_5		K_2O	
	т/га	т	т/га	т	т/га	т	т/га	т
Приводораздельная	35,5	1031	1,5	43	0,5	14	1,1	33
Присетевая	36,5	438	1,6	19	0,3	3	0,5	1
Среднее	35,8		1,5			0,4	0,8	
Итого		1469		62		17		34

Прибавки гумуса и минеральных веществ рассчитывались на всю площадь обменного суходола и составили: гумуса – 3,99 т/га, N – 0,17, P_2O_5 – 0,05 и K_2O – 0,09 т/га.

Аккумуляция органических и минеральных веществ в лесомелиорированных почвах оценивалась в обобщенных энергетических показателях. Наибольшая прибавка энергии в почве обеспечивалась накоплением гумуса, в меньшей степени – азота и наименьшей – калия. Существенный вклад в энергетический потенциал почвы вносила мортмасса лесной подстилки, богатая органическими и минеральными веществами.

В соответствии с прибавками органических и минеральных веществ в лесомелиорированных почвах возросли их энергетические показатели (табл. 39). Прибавки энергии под насаждениями в присетевой полосе были несколько больше, чем в приводораздельной. В целом в АЛЛ Клетского опытно-овражного пункта они равны 39730 ГДж.

Экономический эффект от повышения плодородия лесомелиорированных почв складывался в наибольшей мере за счет прибавок гумуса. Стоимость прибавок азота в почвах была при-

мерно в 2,3 раза меньше, чем гумуса (табл. 40). Общий экономический эффект от лесной мелиорации почв под лесонасаждениями получен на приводораздельной полосе (1409,75 млн руб.) и в среднем в Клетском АЛЛ составил 5,4 млн руб./га.

Таблица 39

Энергетический эффект от аккумуляции гумуса и биофильных элементов в почве под лесонасаждениями

Склоновая катена	Накоплено энергии, ГДж				
	гумус	N	P_2O_5	K_2O	всего
Приводораздельная	23759	3732	176	274	27941
Присетевая	10094	1649	38	8	11789
Итого	33853	5381	214	282	39730

Таблица 40

Экономический эффект от аккумуляции гумуса и биофильных элементов в почве под лесонасаждениями

Склоновая катена	Экономический эффект по факторам плодородия почв, руб./га					Общий эффект	
	лесная подстилка	гумус	N	P_2O_5	K_2O	руб./га	млн руб.
Приводораздельная	3273	29178	9430	3930	2800	48612	1409,75
Присетевая	4248	29983	10316	2201	1250	47998	575,98
Среднее	3560	29408	9683	3380	2050	48082	992,87

Таким образом, применение методики эколого-энергоэкономической оценки, осуществляемой с учетом особенностей ландшафтной структуры водосбора, позволило установить корреляционные зависимости прибавок гумуса в почве от возраста лесонасаждений, предложить нормативы прибавок гумуса и энергии в почвах суходола Кобелевский и рассчитать суммарный эффект энергонакопления в лесомелиорированных почвах БГЦ. Применение агролесоландшафтного подхода к обустройству водосборов имеет важное практическое значение при разработке адаптивных систем земледелия, способствуя сохранению и восстановлению ландшафтного и биологического разнообразия интенсивно используемых сельскохозяйственных земель.

5.2. Бывший колхоз "Россия" Николаевского р-на Волгоградской обл

АЛЛ бывшего к-за "Россия" расположен в Заволжской провинции сухостепной зоны. Климат континентальный умеренно теплый засушливый. Среднегодовая сумма атмосферных осадков 250-300 мм, КУ 0,15-0,20. Ландшафтный район Еруслано-Торгунский плоскоравнинный слаборасчлененный. Почвы темно-каштановые тяжелосуглинистые.

Общая площадь исследуемого АЛЛ – 1933 га (табл. 41). Она включает часть землепользования ОПХ "Россия", в основном орошаемые земли севооборотов и прилегающие к ним лесозащищенные земли (80 га), за исключением подтопляемых местоположений (48 га). Полезащитная лесистость территории 2,9%. Средний возраст древесных насаждений 30,7 лет.

Таблица 41

Площадь лесомелиорированных почв в АЛЛ бывшего к-за "Россия"

Возраст ЗЛН, лет	Площадь лесомелиорированных почв, га	
	ЗЛН	пашня
18-20	13,80	253,08
25-31	26,18	177,96
47	15,86	71,92
Итого	55,84	502,96

В среднем в 1976-2000 гг. в ЛП накоплено влаги в снеге 214 мм, в 1Н от полос – 156, на контроле – 80 мм.

Запасы лесной подстилки в насаждениях ОПХ "Россия" довольно большие, несмотря на значительный вынос опада на поля (табл. 42). Наибольшие они под 25-31-летними полосами, в значительной степени минерализованы, богаты азотом, калием, а также фосфором и другими ценными элементами питания.

Таблица 42

Запасы лесной подстилки и содержание в ней биофильных элементов в насаждениях АЛЛ бывшего к-за "Россия"

Возраст ЗЛН, лет	Запасы лесной подстилки, т/га	Содержание биофильных элементов, кг/га		
		N	P_2O_5	K_2O
18-20	22,52	231,00	8,42	109,63
25-27	46,69	733,90	22,00	223,90
47	39,40	488,70	15,76	192,30
Среднее	38,65	539,97	16,85	186,69

Под ЛП прибавки гумуса в слое почвы 0-50 см увеличивались с возрастом до 28,1 т/га и в зоне их влияния – до 3,8, а в среднем в АЛЛ они равны 0,93 т/га. Соответственно аккумулировались в почве АЛЛ и биофильные элементы: азот – 0,04 т/га, фосфор – 0,01 и калий – 0,03 т/га (табл. 43).

Таблица 43

Прибавка гумуса и биофильных элементов в лесомелиорированных почвах АЛЛ бывшего к-за "Россия"

Местоположение	Прибавка вещества в слое 0-50 см, т/га			
	гумус	N	P_2O_5	K_2O
18-20-летние ЗЛН	12,79	0,60	0,08	0,80
Пашня	0,37	0,03	0,02	0,27
25-31-летние ЗЛН	16,36	0,82	0,10	1,27
Пашня	2,26	0,11	0,06	0,40
47-летние ЗЛН	28,10	1,45	0,13	2,34
Пашня	2,80	0,15	0,09	0,53

С увеличением прибавок органических и минеральных веществ в лесомелиорированных почвах возросли и их энергетические показатели (табл. 44). Наибольший энергетический эффект получен от прибавок гумуса, меньший – азота и лесной подстилки. Всего в АЛЛ накоплено 56,945 ТДж, или 0,029 ТДж/га энергии. В среднем доход от агролесомелиорации в ландшафте составил 3059,4 руб./га. Таким образом, на орошаемых каштановых почвах Заволжья в среднем за 31 год отмечен относительно высокий экологический и энергоэкономический эффект, больший, чем в пустынной зоне (на территории Богдинской НИАГЛОС).

Таблица 44

Энергетический эффект от аккумуляции веществ в почве и лесной подстилке насаждений АЛЛ бывшего к-за "Россия"

Местоположение	Количество накопленной энергии, ТДж				
	лесная подстилка	лесомелиорированная почва			
		гумус	N	P_2O_5	K_2O
18-20-летние ЗЛН	0,819	4,067	0,676	0,014	0,091
Пашня	-	2,156	0,708	0,063	0,567
25-31-летние ЗЛН	3,802	9,868	1,863	0,033	0,256
Пашня	-	9,266	1,698	0,133	0,587
47-летние ЗЛН	1,762	10,212	1,906	0,026	0,308
Пашня	-	4,641	0,936	0,081	0,316
АЛЛ	6,383	40,210	7,877	0,350	2,125

Экономический эффект от повышения плодородия складывался в основном за счет прибавок и стоимости гумуса (табл. 45).

Таблица 45

Экономический эффект от аккумуляции гумуса и биофильных элементов в АЛЛ бывшего к-за "Россия", млн руб.

Местоположение	Экономический эффект по факторам плодородия				
	лесная подстилка	лесомелиорированная почва			
		гумус	N	P_2O_5	K_2O
18-летние ЗЛН	23,5	144,9	8,7	52,4	26,0
Пашня	-	76,8	39,8	48,0	170,8
25-31-летние ЗЛН	133,6	343,9	135,5	20,6	82,5
Пашня	-	331,0	123,9	83,9	178,0
47-летние ЗЛН	56,0	346,0	145,5	16,2	92,8
Пашня	-	165,3	68,3	50,9	95,3
АЛЛ	213,1	1407,9	573,6	220,0	645,4

Доход от прибавок гумуса и азота обычно больше в искусственных лесозащитных БГЦ, а от прибавок фосфора и калия – в лесозащищенных аграрных БГЦ. Относительно высокий эффект отмечается и от наличия лесной подстилки.

5.3. Бывший колхоз "Ленинский путь" Дубовского р-на Волгоградской обл.

АЛЛ бывшего к-за "Ленинский путь" расположен в Манычско-Донской провинции сухостепной зоны. Климат континентальный, умеренно теплый, засушливый. Среднегодовая сумма атмосферных осадков 250-300 мм, КУ 0,15-0,25. Ландшафтный район Иловлинско-Волжский столово-ступенчатый, сильно расчлененный овражно-балочной сетью. Почвы каштановые суглинистые.

Исследования проводили в 1993 г. [26]. Общая площадь АЛЛ равна 13156 га, ЗЛН – 715 га, защитная лесистость – 9,4% (табл. 46).

Возраст ЗЛН различный: 170 га создано в 1936-1940 гг., 85 – в 1948-1956 гг., 63 га – после 1967 г. Средний период лесомелиорации 32 года. Технологии создания ЗЛН менялись по этапам: до 1967 г. ЗЛН были многорядными, плотной конструкции с включением кустарников; после 1967 г. главным лесообразующим видом был вяз приземистый, в массивных ЗЛН – сосна обыкновенная. Запас лесной подстилки равен в среднем 9 т/га.

Таблица 46

Площадь лесомелиорированных почв и аккумуляция в них гумуса и биофильных элементов

ЗЛН	Площадь, га		Аккумулировано веществ в слое 0-50 см, т							
	ЗЛН	паш-ня	ЗЛН				пашня			
			гумус	N	P_2O_5	K_2O	гумус	N	P_2O_5	K_2O
Государственные	293	214	9669	490	498	586	926	34	58	171
Массивные	114	71	798	68	137	182	1633	36	90	114
Итого	407	285	10467	558	635	768	2559	70	148	285
Полезащитные и водорегулируемые	107	349	3167	103	171	193	2862	49	87	178
Приовражные и прибалочные	201	191	5926	181	281	342	1337	93	38	76
Итого	308	540	9093	284	452	535	4199	142	125	254
Всего	715	825	19560	842	1087	1303	6558	212	273	539

В почвенном покрове каштановые маломощные почвы отличались по гранулометрическому составу от тяжелосуглинистых до супесчаных и песчаных, подверженных водной эрозии и дефляции.

Процессы аккумуляции гумуса, валовых форм азота, фосфора и калия наиболее активны под государственными, полезащитными ЛП и менее активны под приовражными, прибалочными и массивными ЗЛН. Под ЗЛН в слое 0-50 см всего накоплено гумуса 19560 т, в лесомелиорированной пашне – 6558 т, азота 842 и 212, P_2O_5 – 1087 и 273, K_2O – 1303 и 539 т соответственно.

Рассчитан энергоэкономический эффект от аккумуляции гумуса и биофильных элементов в почве в среднем за 32 года мелиорации (табл. 47).

Таблица 47

Энергоэкономический эффект от аккумуляции гумуса и биофильных элементов в почве АЛЛ бывшего к-за "Ленинский путь"

ЗЛН	Накоплено энергии, ТДж			Экономический эффект, млн руб.		
	ЗЛН	пашня	всего	ЗЛН	пашня	всего
1	2	3	4	5	6	7
Государственные	295,831	53,338	349,169	102,790	20,084	122,874
Массивные	29,125	46,103	75,228	9,292	17,124	26,416
Итого	324,956	99,441	424,397	112,082	37,208	149,290
Полезащитные и водорегулирующие	92,015	78,505	170,520	33,338	29,646	62,984

1	2	3	4	5	6	7
Приовражные и прибалочные	159,930	42,667	202,597	62,138	14,268	76,406
Итого	251,945	121,172	373,117	95,476	43,914	139,390
Всего	576,901	220,613	797,514	207,558	81,122	288,680

Таким образом, аккумуляция биогенных веществ в почве (0-50 см) обеспечила в АЛЛ бывшего к-за "Ленинский путь" накопление энергии 797,514 ТДж, экономический эффект составил 288,68 млн руб.

5.4. ФГУП "Качалинское" Иловлинского р-на Волгоградской обл.

АЛЛ опытного хозяйства "Качалинское" расположен в Манычско-Донской провинции сухостепной зоны. Климат умеренно теплый, засушливый. Среднегодовая сумма атмосферных осадков 280-300 мм, КУ 0,15-0,20. Ландшафтный р-н Иловлинско-Волжский пологоволнистый овражно-балочный. Почвы каштановые маломощные тяжелосуглинистые на средних и легких незасоленных суглинках.

Посадка полезащитных ветроломных ЛП проведена в 1985-1992 гг. Общая площадь АЛЛ равна 1150 га, ЗЛН – 123, пашни – 306 га, полезащитная лесистость территории 10,7%, ширина межполосного поля 250-500 м, длина – 1250 м. Лесополосы 4-рядные, 2 внутренних лесообразующих ряда из вяза приземистого, робинии псевдоакации, а также гледичии обыкновенной, дуба черешчатого, сосны крымской, а внешние ряды в основном из смородины золотистой. Ширина междурядий 3 м, ЛП 15 м.

В период полевого обследования в 2000 г. средняя высота 11-летних полос была равна 6 м, площадь лесомелиорированной пашни – 306 га (табл. 48).

Рассчитана аккумуляция гумуса в почве АЛЛ. Под ЗЛН она равна 142,6 т, в лесомелиорированной пахотной почве – 140,8, всего составляя 283,4 т.

Рассчитана энергоэкономическая эффективность агролесомелиорации почв. Всего в почве накоплено 5,75 ТДж – 3,26 под ЗЛН и 2,49 в почве пашни. Экономический эффект равен 2,84 млн руб. – 1,43 от аккумуляции гумуса в почве под ЗЛН и 1,41 на пашне.

Таблица 48

Площадь лесомелиорированной почвы и прибавки гумуса в почве (0-50 см) в АЛЛ "Качалинское"

Глубина образца почвы, см	Прибавка гумуса					
	ЗЛН			пашня		
	%	т/га	т	%	т/га	т
0-10	0,04	0,40	49,2	0,02	0,20	61,2
10-30	0,02	0,48	59,0	0,01	0,26	79,6
30-50	0,01	0,28	34,4	0	0	0
0-50		1,16	142,6		0,46	140,8

5.5. ФГУП "Обливское" Обливского р-на Ростовской обл.

АЛЛ "Обливское" расположен в Манычско-Донской провинции сухостепной зоны. Теплообеспеченность умеренная, основной период вегетации 160-195 дней. Влагообеспеченность недостаточная: среднегодовая сумма осадков 350 мм, КУ 0,15-0,25. Рельеф представлен аккумулятивно-эоловой песчаной равниной в долине реки Чир. Почвы аллювиально-эоловые очень малогумусные песчаные.

Вследствие неумеренного выпаса скота и распашки целины в конце XIX-начале XX вв. развилась дефляция почвы и движение песков на угодья и поселения I надпойменной террасы. Уничтожен растительный покров на II и III террасах. Защитные массивные лесные посадки проведены на I террасе в 1903 г., полезащитные полосные – на II, III и IV (на темно-каштановой почве) террасах в 1930-1949 гг. Основной древесный вид – сосна обыкновенная. Исследования проводились в 1981 г. Отмечено, что аккумулятивные процессы обычно усиливались в верхних горизонтах почвы под лесной подстилкой. Отмечалась дефляция почв на прилегающих полях и отложение эолового материала в насаждениях.

Число повторений в наблюдениях определялось встречаемостью, площадью объектов. При 4-11-кратном повторении наблюдений коэффициент вариации изменялся в широких пределах, в среднем от 10 до 40%, точность наблюдения колебалась от 3 до 20%. В ряде случаев достоверность различия в содержании гумуса под насаждениями и в поле отвечает доверительной разности, равной 90-96%, но в среднем ее можно принять около 75%. Содержание и изменение биофильных элементов в почве коррелировали с показателем гумуса. Фосфор накапливался слабее, чем азот.

Влияние типа насаждения на аккумуляцию гумуса и биофильных элементов в почвах ландшафта не проявилось отчетливо. Введение в состав насаждений лиственных пород, кустарников увеличивало плодородие песчаных почв (табл. 49). Темп биогенной аккумуляции в темно-каштановой почве на IV террасе был выше по сравнению с песчаными почвами на II и III террасах.

Таблица 49

Аккумуляция гумуса и биофильных элементов в почве (0-50 см) под насаждениями АЛЛ "Обливское", т/га

ЗЛН	Возраст, лет	Площадь, га	Гумус	N	P_2O_5
Хвойные	0-20	193,6	–0,07	0,029	–0,076
	21-50	237,9	27,52	0,448	0,276
	51-60	158,0	21,30	0,220	0,270
Лиственные	0-20	18,9	7,07	0,153	0,061
	21-50	87,7	40,39	0,551	0,111
	51-60	203,9	36,14	0,620	0,196
Итого под ЗЛН: т/га			23,27	0,367	0,161
кг/га·год			626,90	9,920	4,350
На % лесистости в АЛЛ, кг/га·год			46,09	0,730	0,320

Под молодняками накопление гумуса и биофильных элементов происходило слабо или не наблюдалось. В средневозрастных и приспевающих насаждениях темп аккумуляции этих веществ заметно возрастал, но в более взрослых насаждениях этого не отмечалось, прибавки уменьшались. Видимо, это связано с распадом древостоя, с разбиванием лесной подстилки, оживлением ветровой эрозии. В то же время в хорошо сохранившихся 80-летних сосняках плодородие песчаных почв неуклонно повышалось.

В среднем за 37-летний период жизни ЗЛН в АЛЛ "Обливское" темпы лесомелиорации бедных песчаных почв оказались более высокими, чем в Кулундинской степи.

Рассчитан экологический и энергоэкономический эффект от аккумуляции веществ в почве АЛЛ "Обливское" (табл. 50). Под лиственными видами и с возрастом произрастания эффект заметно увеличивался.

Таким образом, под влиянием аккумуляции гумуса, валового азота и фосфора в песчаных почвах (0-50 см) за 37-летний период лесомелиорации накоплено энергии 198,08 ПДж, экономический эффект составил 212,67 млн руб.

Таблица 50

Экологический и энергоэкономический эффект от аккумуляции гумуса и биофильных элементов в почве (0-50 см) в АЛЛ "Обливское"

ЗЛН	Возраст, лет	Накоплено веществ, т			Накоплено энергии, ПДж	Экономический эффект, млн руб.
		гумус	N	P_2O_5		
Хвойные	0-20	–13,6	56,1	–14,7	0,004	0,17
	21-50	6547,0	106,6	62,7	0,152	66,33
	51-60	3365,4	38,8	42,7	0,811	34,00
Итого		9898,8	197,5	90,7	0,967	100,50
Лиственные	0-20	133,6	2,9	1,2	3,345	1,53
	21-50	3542,2	48,3	9,7	12,477	36,03
	51-60	7368,9	126,4	40,0	181,291	74,61
Итого		11044,7	177,5	50,9	197,113	112,17
Всего		20943,5	379,1	141,6	198,080	212,67

5.6. Лесхоз "Ачикулакский" Нефтекумского р-на Ставропольского края

АЛЛ лесхоза "Ачикулакский", включающий лесничества "Ачикулакское" и "Махмудское", расположен в Манычско-Донской провинции сухостепной зоны. Климат умеренно теплый, недостаточно увлажненный. Среднегодовая сумма атмосферных осадков 250-350 мм, КУ 0,15-0,20. Ландшафтный район Бажиганских песков. Почвы песчаные.

Песчаные арены Терско-Кумского междуречья прошли сложный путь формирования структуры поверхности, растительного и почвенного покрова за относительно короткий геологический период развития. Увеличение поголовья скота, неумеренная пастьба привели к уничтожению растительного и почвенного покрова, образованию локальных геосистем, характерных для ландшафта подвижных песков. Современные естественные лесные и степные биоценозы на песках имеют низкую продуктивность, а почвы – примитивное морфологическое строение и низкое плодородие. Они очень неустойчивы и чувствительны к антропогенному воздействию. Развернувшиеся облесительные работы на Бажиганских песках с 1949 г., продолжавшиеся до 90-х гг., преобразили естественный ландшафт. Усилились процессы стабилизации, выравнивания, задернения поверхности, отложения продуктов дефляции и аккумуляции органических и минеральных веществ в почве.

Исследования проводили в северо-западной части Терско-

Кумского песчаного массива в Ачикулакском и Махмудском лесничествах в 1989 г. [34]. На период лесоустройства в 1986 г. на общей площади 10000 га имелось 2574 га ЗЛН преимущественно III и IV классов возраста (75%). Из типов насаждений преобладали массивные (94,7%). Среди узких полезащитных ЛП пастбищезащитные и кормомелиоративные составляли наибольшую долю. Насаждения создавались по древесно-кустарниковому и древесному типам. В видовом составе преобладали робиния псевдоакация, осокорь, тамарикс, вяз приземистый, дуб черешчатый, были широко представлены клен ясенелистный, ясень ланцетный, лох серебристый, гледичия трехколючковая, аморфа, шелюга, скумпия и др. Состояние насаждений неоднородное, проводились рубки ухода путем посадки на пень и удаления рядов кустарников и усыхающих деревьев. Сейчас стало очевидным незаслуженное игнорирование сосновых культур на Бажиганских песках.

Естественные лесные насаждения составляли 5,5% от общей площади. Представлены они небольшими группами кустарников тамарикса, джузгуна и одиночных деревьев ивы, лоха как на буграх песков, так и вблизи водотоков и выходов ГВ на поверхность.

Почвообразующими породами песчаного массива являются древние третичные лёссовидные суглинки, морские и аллювиальные пески. На деструктивно-аккумулятивных карбонатных полимиктовых песках различной степени задернения и гумусированности сформировались малоразвитые каштановые почвы. Основной обработкой почвы под посадку лесных культур они были разрушены, что вместе с заменой основного биологического фактора травянистой растительности на лесную резко изменило почвообразовательный процесс, увеличило его скорость и емкость.

В связи с особенностями объекта исследования основными вариантами опыта являлись три типа насаждений (естественный, массивный, узкополосный), три возрастных периода роста (< 20, 20-40, > 40 лет), две группы основных почвенных разностей по гранулометрическому составу (песчаная, супесчаная). Преобладала песчаная разность, а супесчаная легкосуглинистая составляла 15% почвенного покрова и в отличие от песчаной была более гумусированной, слоистой и приурочивалась к отрицательным формам рельефа. Не представилось возможным выделить лесомелиорированные зоны вблизи ЗЛН.

В лесных БГЦ образовался новый биогеоценотический слой

лесной подстилки. Средняя его мощность 1-2 см. Сюда включается значительная доля веточек, трухи, травяного войлока. При высокой минерализации опада запас лесной подстилки довольно большой, что, вероятно, связано с включением минеральных частиц в условиях дефляции. В естественных лесных БГЦ на песчаных буграх под тамариксом накапливается большое количество растительных остатков (табл. 51). На более тяжелых почвах с дерновым покрытием поверхности запасы лесной подстилки обычно меньше. Из-за разреженности, низкой продуктивности насаждений не наблюдается четкой зависимости в накоплении запасов подстилки и содержащихся в ней питательных элементов от их возраста.

Биогенные элементы активно аккумулировались в лесной подстилке. Под естественными ЗЛН содержание общего азота в подстилке достигло 4,5%. Вследствие большого содержания веточек, слаборазложившихся листьев, стеблей трав оно уменьшалось в подстилках под массивными и особенно узкополосными насаждениями. Фосфора и калия содержалось примерно в 10 раз меньше, чем азота.

Наблюдения показали, что на целине в полуметровом слое песчаных разностей почв гумуса содержалось в среднем 0,227-0,613% и в супесчаных – 0,461-1,16%. Под естественной лесной растительностью содержание гумуса увеличилось на 0,049-0,120%, причем в большей степени на незаросших буграх. Достоверность различия в прибавке гумуса в аккумулятивном слое 0-10 см составляла 0,60-0,75.

Под искусственными ЗЛН гумус накапливался активнее, чем под естественными. Под культурами моложе 20 лет содержание гумуса увеличилось на 0,065-0,174%, под 20-40-летними – на 0,087-0,246% и более взрослыми – в среднем на 0,130%. Достоверность различия с контролем изменялась в широких пределах, в среднем от 0,40 до 0,60. В связи с глубокой отвальной вспашкой почвы под насаждением и задернением ее в контроле прибавки гумуса в верхнем слое иногда не наблюдалось. Под молодыми посадками содержание гумуса могло и уменьшаться вследствие его минерализации или дефляции. В то же время в полновозрастных полосных насаждениях происходило отложение продуктов дефляции, усиление абиотической аккумуляции.

Содержание валового азота и его увеличение под насаждениями в основном согласовывалось с количеством органического вещества в почве. Оно увеличилось на 0,002-0,027%, что в ряде случаев было недостоверным.

Таблица 51

Содержание органических и минеральных веществ под ЗЛН АЛЛ "Ачикулакский"
(числитель – ЗЛН, знаменатель – контроль)

Лесной БГЦ	Возраст, лет	Гранулометрический состав	Почва (0-50 см),%				Лесная подстилка, %			Масса лесной подстилки, т/га
			Гумус	N	P_2O_5	K_2O	N	P_2O_5	K_2O	
Естественный	-	Песчаный	0,403 / 0,283	0,028 / 0,024	0,079 / 0,080	0,217 / 0,187	4,473	0,428	0,470	7,06
	-	Супесчаный	0,703 / 0,654	0,052 / 0,050	0,083 / 0,095	0,262 / 0,257	4,588	0,562	0,348	1,89
Массивный	< 20	Песчаный	0,404 / 0,339	0,077 / 0,050	0,077 / 0,084	0,286 / 0.275	4,055	0,289	0,294	13,30
	20-40	Песчаный	0,457 / 0,339	0,049 / 0,043	0,080 / 0,088	0,330 / 0,269	1,895	0,439	0,388	11,06
	20-40	Супесчаный	1,104 / 1,027	0,058 / 0,051	0,120 / 0,125	0,251 / 0,265	4,271	0,404	0,421	14,41
	> 40	Песчаный	0,747 / 0,613	0,046 / 0,037	0,085 / 0,079	0,225 / 0,209	2,136	0,484	0,451	14,00
	> 40	Супесчаный	0,751 / 0,664	0,041 / 0,039	0,042 / 0,097	0,263 / 0,259	3,277	0,377	0,285	15,00
Узкополосный	< 20	Песчаный	0,594 / 0,420	0,059 / 0,051	0,092 / 0,094	0,240 / 0.247	1,583	0,322	0,426	8,98
	< 20	Супесчаный	1,171 / 1,067	0,059 / 0,054	0,105 / 0,109	0,336 / 0,308	1,611	0,343	0,546	6,54
	20-40	Песчаный	0,357 / 0,285	0,026 / 0,023	0,076 / 0,082	0,299 / 0,232	1,158	0,463	0,601	12,08
	20-40	Супесчаный	0,707 / 0,561	0,054 / 0,048	0,078 / 0,079	0,245 / 0,219	0,884	0,391	0,698	6,04
	> 40	Песчаный	0,350 / 0,227	0,041 / 0,029	0,084 / 0,081	0,325 / 0,293	-	-	-	13,50
	> 40	Супесчаный	0,970 / 0,843	0,066 / 0,058	0,114 / 0,112	0,287 / 0,217	-	-	-	14,00

Под ЗЛН содержание фосфора в почве увеличивается, хотя при сравнении с агроценозами, на которых систематически вносятся фосфорные удобрения, показатели выравниваются или остаются заниженными [38]. В исследуемом лесопастбищном ландшафте массовыми наблюдениями на 46 пробных площадях установлена тенденция понижения содержания фосфора в почве под лесными ценозами. Возможно, что частично это объясняется более активным выносом и продолжительным удержанием фосфора в фитомассе деревьев и кустарников. На сравниваемых контрольных площадках он мог вноситься с экскрементами пастбищных животных. Заметно аккумулировался фосфор под полосами абиотическим путем. Биологическая аккумуляция калия в почве лесных ценозов выражена довольно отчетливо и во многих вариантах опыта и слоях почвы прибавка его была вполне достоверной.

В соответствии с содержанием органических и минеральных веществ в почве и ее плотностью сложения определены объемы аккумуляции в наиболее активном полуметровом слое за период роста насаждений (табл. 52). Они в основном согласуются с возрастом культур. Из определяемых веществ на фоне лесоулучшенного агроценоза по вышеизложенным предположениям не наблюдалось накопление фосфора.

При сравнении лесных БГЦ видно, что прибавки гумуса, азота, калия в почве под искусственными насаждениями в среднем за 26-летний период их роста значительно большие, чем под естественными. Также больше под искусственными насаждениями содержится биогенных элементов в лесной подстилке.

Естественные БГЦ на Бажиганских песках имеют относительно богатые запасы органических и минеральных веществ в наиболее активном верхнем полуметровом слое почвы. Мы допускаем, что после облесения в почве естественных лесных и степных БГЦ запасы определяемых веществ сохранились на том же уровне. Поэтому с большей вероятностью мы определяли запасы органических и минеральных веществ в почве АЛЛ "Ачикулакский" до облесения.

За 26-летний период лесомелиорации при общей лесистости лесхоза 31,3% объемы аккумуляции веществ под искусственными насаждениями и защищенными агроценозами довольно существенные. В АЛЛ содержание гумуса увеличилось на 4,88 т/га, валового азота на 0,62, фосфора на 0,41, калия на 3,87 т/га, или со-

от-

Таблица 52

Влияние типа и возраста ЗЛН на прибавку гумуса и биофильных элементов в почве и лесной подстилке АЛЛ "Ачикулакский"

Лесной БГЦ	Возраст ЗЛН, лет	Гранулометрический состав	Площадь, га	Почва (0-50 см), т/га				Лесная подстилка, кг/га			Масса лесной подстилки, т/га
				гумус	N	P_2O_5	K_2O	N	P_2O_5	K_2O	
Естественный	-	Песчаный	470	6,72	0,13	–0,22	1,22	315,61	30,20	33,16	
	-	Супесчаный	83	1,73	0,03	–0,52	0,31	86,80	10,63	6,58	
Искусственный: широкополосный	< 20	Песчаный	471	5,55	1,33	–0,49	0,49	539,48	38,44	39,11	
	20-40	Песчаный	1601	8,09	0,40	–0,60	3,30	209,55	48,54	42,91	
	20-40	Супесчаный	283	5,35	0,49	–0,42	–1,10	615,62	58,23	60,68	
	> 40	Песчаный	71	9,34	0,63	0,39	0,98	299,04	67,76	63,14	
	> 40	Супесчаный	12	23,52	0,12	–0,41	0,12	491,55	56,55	42,75	
узкополосный	< 20	Песчаный	74	11,88	0,53	–0,19	–0,71	112,22	29,93	38,27	
	< 20	Супесчаный	13	7,32	0,35	–0,27	1,26	105,36	22,43	35,71	
	20-40	Песчаный	34	5,00	0,21	0,42	3,29	139,84	55,91	72,58	
	20-40	Супесчаный	6	9,79	0,39	–0,11	0,80	53,43	23,63	42,19	
	> 40	Песчаный	7	17,11	1,85	4,52	16,74	156,33	62,51	81,14	
	> 40	Супесчаный	2	14,66	2,35	3,13	12,72	123,76	54,74	97,72	
Итого: естественный	-	-	553	5,97	0,12	–0,26	1,08	281,27	27,26	29,17	6,28
искусственный*	26	-	2574	7,53 / 11,51	0,60 / 1,29	–0,49 / 0,17	2,13 / 6,45	313,53	47,71	45,09	13,8

**Числитель – на фоне лесомелиорированного аграрного БГЦ, знаменатель – на фоне степного.*

ветственно на 48132, 6115, 4144, 38170 т. Темпы аккумуляции всех веществ в почве АЛЛ довольно высокие, хотя и меньшие по сравнению с песчаными АЛЛ "Обливское". Особенно следует отметить активное накопление гумуса в искусственном лесном БГЦ и фосфора, калия в агроценозе.

Рассчитана эколого-энергоэкономическая эффективность агролесомелиорации почв АЛЛ "Ачикулакский" (табл. 53).

Таблица 53

Экологический и энергоэкономический эффект от аккумуляции веществ в почве (0-50 см) АЛЛ лесхоза "Ачикулакский" за 26-летний период лесомелиорации

БГЦ	Площадь, га	Лесная подстилка, т	Прибавка вещества, т				Накоплено энергии, ТДж	Экономический эффект, млн руб.
			гумус	N	P_2O_5	K_2O		
Лесной	553	92,0	3318	6,4	–148	564	80,296	34,595
Лесозащитный	2574	173,7	29601	3320,0	438	16602	1273,300	360,068
Лесозащищенный пастбищный и пахотный	5300		25970	3286,0	2173	20511	994,525	331,096
АЛЛ	9863		58889	6612,4	2463	37677	2348,121	725,759

Таким образом, наибольшее количество гумуса и биофильных элементов аккумулировано в лесозащищенных пастбищных и пахотных БГЦ, меньше в лесозащитном (антропогенном лесном) и очень мало в естественном лесном БГЦ. Всего в почве накоплено 2348,121 ТДж энергии, а общий экономический эффект составил 725,759 млн руб. Очевидно, что продолжение мониторинга плодородия почв на этом типичном объекте Бажиганских песков будет иметь важное экологическое и хозяйственное значение [50].

5.7. Бывший совхоз "Кулундинский" Кулундинского р-на Алтайского края

АЛЛ расположен в Казахстанской провинции сухостепной зоны. Климат резко континентальный холодный засушливый. Среднегодовая сумма атмосферных осадков равна 250-300 мм, КУ 0,13-0,22. Ландшафтный район Кулундинская степь – плоская

равнина с редкими бессточными понижениями и лиманами. Почвы каштановые легкосуглинистые.

Естественное плодородие каштановых почв сухостепной зоны Кулунды низкое вследствие неблагоприятных гидротермических условий, изреженного травостоя, грубого гранулометрического состава и молодого возраста почвенного покрова. Повсеместная распашка целинных земель резко, на 20-30%, уменьшила запасы органического вещества в почве. Последующая активизация процессов ветровой эрозии почв еще более обострила проблему сохранения и повышения почвенного плодородия. Сложившиеся в настоящее время так называемые почвозащитная и паропропашная системы земледелия не обеспечивают бездефицитного баланса гумуса в почве. Так, в Западно-Кулундинской зоне Алтайского края расчетный среднегодовой расход гумуса за 1979-1983 гг. составил 653,3 тыс. т и дефицит баланса – 343,4 тыс. т [13]. Даже внесение органических удобрений могло бы уменьшить дефицит гумуса не более, чем на половину. Минеральные удобрения здесь малоэффективны. Таким образом, для повышения плодородия почв сухой степи Кулунды существует необходимость применения ресурсосберегающей системы земледелия, мобилизующей весь арсенал мелиоративных и особенно биологических приемов.

Одним из действенных способов сохранения и накопления гумуса в почве являются ЗЛН [51]. Исследования в Алтайском крае показали, что под взрослыми 20-39-летними полезащитными ЛП прибавка гумуса в слое 0-100 см составила 86-112 т/га, общего азота – 3-6 т/га [45, 46].

Накопление гумуса в почве лесополосных БГЦ связано с резким увеличением их биологической продуктивности. Достаточно сказать, что подземная масса корней в слое 0-100 см под ЛП достигает 43 т/га. В 15-25 т/га лесной подстилки (вместе с продуктами смыва и эолового наноса) содержится до 2-3 кг/га элементов питания. Поступающие в почву органические остатки в виде корневого отпада и листового опада находятся в оптимальных условиях гумификации. Длительный период вегетации почва находится в сухом, уплотненном состоянии, лишенном прямой солнечной инсоляции, что способствует консервации, умеренной минерализации органических остатков. Поэтому коэффициент гумификации органического вещества в лесных БГЦ больше, чем в степных. Новообразованный гумус в основной своей массе прочно закрепляется в богатых

карбонатами горизонтах А и В.

Наряду с биологическим процессом гумусообразования в почве под насаждением в районах активного проявления ветровой эрозии идет процесс аккумуляции эоловых наносов. Многими исследователями проводился количественный учет эолового материала на лесомелиорированной территории, но без учета накопления органического вещества в почве.

В системе 8-летних полезащитных ЛП в бывшем с-зе "Кулундинский" отмечалось накопление мелкозема в снеге под полосами и на расстоянии до 5Н от них в зависимости от агрофона. За период их существования высота наносов в зоне их защиты составила 0,2-3,7 мм. При этом в эоловых наносах и гор. А гранулометрический состав в большинстве случаев стал тяжелее по сравнению с незащищенными эродированными участками поля [21].

В период исследования в 1986 г. общая площадь АЛЛ бывшего с-за "Кулундинский" равна 45015 га, ЗЛН – 2583, из которых 514 га заняты государственными ЛП, 89,6% – полезащитными, 1,5% – прифермерскими, 8,9% – зеленой зоной. Все насаждения относятся к двум возрастным группам: II (10-20 лет) составляет 60,3%, IV (30-40 лет) – 39,7%. В составе насаждений основное место занимает береза повислая – 1351 га (65%), вяз приземистый – 304 га (15%), тополь бальзамический – 253 га (12%). Конструкция молодых полезащитных полос продуваемая, взрослых – плотная.

Для почвенно-мелиоративной оценки насаждения подразделены по типу (узкополосные полезащитные и массивные, широкополосные озеленительные, прифермерские, государственные) и возрасту (19-24 и 31-35 лет). С учетом почвенно-грунтовых условий выделены площадки с недоступной ГВ (УГВ ниже 3 м) и корнедоступной для насаждений (УГВ выше 3 м), при этом площадь последних равна 25%.

Средняя высота взрослых полезащитных ЛП в местоположениях с высоким УГВ равна 6,4 м, низким – 5,8 м, высота молодых полос соответственно – 6,2 и 5,8 м. Средняя высота массивных широкополосных насаждений равна 5,5 м.

Наблюдения показали, что под взрослыми полезащитными полосами плотной конструкции содержание гумуса увеличилось (в абсолютных процентах) в профиле каштановой почвы примерно на 1%, в лесомелиорированной пашне на 0,3%. При точности наблюдений 4,4-9,9% достоверность различия по сравнению с

контролем в первом случае равна 0,99, во втором – 0,87-0,92.

На одной трети площади взрослых ЛП совхоза, главным образом, в окрестностях с. Орловки, где продолжительное время земледелие не было почвозащитным, отмечаются эоловые наносы мощностью в среднем 0-30 см. В большинстве случаев органического вещества в наносах под ЛП содержится больше, чем в свежем эоловом материале с открытых полей, что свидетельствует о новообразовании гумуса.

В почве под взрослыми ЛП содержание общего азота увеличилось на 0,04-0,05%, фосфора – на 0,1-0,2%, калия – на 0,11-0,19% при относительно высокой 0,85-0,99 достоверности различия с контролем. Прибавка биогенных элементов в лесомелиорированной почве на пашне также высока, особенно в слое 0-30 см.

При относительно высокой точности наблюдений 3-6%, в почве под молодыми ЛП содержание общего азота увеличилось на 0,01%, калия – на 0,07-0,10% при достоверности различий с контролем 0,50-0,85. В лесомелиорированной пашне увеличение азота и калия произошло только в нижней части профиля. Накопление общего фосфора в почве в системе молодых ЛП не обнаружено, вероятно, вследствие невысокой точности определения.

В среднем за 31-35-летний период роста ЛП на эродированных площадях прибавка гумуса в каштановой почве была очень высокой (216,1-232,8 т/га) и умеренно высокой (37,9-72,0 т/га) на слабо эродированных (табл. 54). Под молодыми полосами в местоположениях с высоким залеганием ГВ гумус аккумулировался в 2 раза активнее, чем на местоположениях с глубоким их залеганием. Средневзвешенная прибавка гумуса 34,5 т/га под ЛП за 23-летний период было довольно высокой, ежегодно аккумулировалось 1479 кг/га гумуса.

Количество накопленного гумуса в лесомелиорированной пашне было несколько меньше, чем под полосами. Прибавка гумуса здесь равнялась 6,9 т/га или 296 кг/га в год. Ежегодно в почве под ЛП аккумулировалось 60 кг/га валового азота, 9 кг/га фосфора, 387 кг/га калия, в лесомелиорированной пашне соответственно 14,2; 168,0 кг/га. Таким образом, в АЛЛ бывшего с-за "Кулундинский" в условиях проявления дефляции почв за относительно короткий период времени аккумулятивные процессы почвообразования развивались активно, примерно, как и в степном Поволжье. Они были также показательными и в расчете на 1% лесистости территории.

Таблица 54

Темпы аккумуляции гумуса и биофильных элементов в почве (0-50 см)
АЛЛ бывшего с-за "Кулундинский", т/га

Показатель	УГВ, м	Площадь, га		Гумус		N		P_2O_5		K_2O	
		ЗЛН	пашня	ЗЛН	пашня	ЗЛН	пашня	ЗЛН	пашня	ЗЛН	пашня
Возраст ЗЛН, лет: 19-24	< 3	468	2572	40,4	5,2	0,43	0,31	-0,12	-0,13	3,00	1,17
19-24	> 3	1335	6256	20,10	7,10	1,01	0,29	0	0	6,25	4,79
31-35*	< 3	51/17	130/44	72,00/216,10	9,40/28,20	2,53/7,59	0,15/0,44	1,09/3,27	0,43/1,30	19,36/58,09	1,71/5,13
31-35*	> 3	666/46	692/107	37,90/232,20	6,60/25,40	2,12/8,47	0,62/1,46	0,54/3,42	0,78/1,46	13,80/51,70	5,12/12,46
Среднее: т/га				34,50	6,90	1,40	0,33	0,22	0,05	0,02	3,91
кг/га·год				1479,00	296,00	60,00	14,00	9,00	2,00	387,00	168,00
На 1% лесистости в АЛЛ, кг/га·год				26,19		1,15		0,18		10,30	

**Здесь и в табл. 55 в знаменателе ЗЛН на эродированных площадях.*

Таблица 55

Экологический и энергоэкономический эффект от аккумуляции веществ в почве АЛЛ бывшего с-за "Кулундинский"

Показатель	УГВ, м	Накоплено веществ в слое 0-50 см, т								Накоплено энергии, ТДж	Экономическая эффективность, млн руб.
		гумус		N		P_2O_5		K_2O			
		ЗЛН	пашня	ЗЛН	пашня	ЗЛН	пашня	ЗЛН	пашня		
Возраст ЗЛН, лет: 19-24	< 3	18907	13374	201	797	–56	–334	1404	3009	862,257	218,342
19-24	> 3	26833	44418	1348	1814	0	0	8344	29966	2234,413	95,775
31-35	< 3	3672/3674	1222/1241	129/123	20/19	56/56	56/57	987/647	223/226	132,238/134,782	53,258/52,022
31-35	> 3	25241/10681	4567/2718	1412/388	429/156	360/157	540/158	9191/2378	3543/1333	963,457/390,769	344,376/146,707
Итого		89008	67540	3607	2535	573	427	18951	38300	4717,917	911,080

Рассчитан эколого-энергоэкономический эффект от аккумуляции веществ в почве АЛЛ бывшего с-за "Кулундинский" (табл. 55).

Таким образом, в почве (0-50 см) АЛЛ бывшего с-за "Кулундинский" за 27-летний период лесомелиорации аккумулировано 157 тыс. т гумуса, 6 валового азота, 1 фосфора (P_2O_5), 57 тыс. т калия (K_2O); накоплено энергии 4,7 ПДж; экономическая эффективность равна 911 млн руб.

6. ПЛОДОРОДИЕ ЛЕСОМЕЛИОРИРОВАННЫХ ПОЧВ ПОЛУПУСТЫННОЙ ЗОНЫ

Территория полупустынной зоны светло-каштановых почв отличается неблагоприятными климатическими и тяжелыми лесорастительными условиями, равнинностью территории, низким плодородием почв, активностью процессов деградации почв, опустыниванием территории, острой необходимостью водной и лесной мелиораций. В ходе исследований установлена зависимость аккумуляции гумуса в светло-каштановой почве от возраста ЗЛН (рис. 8).

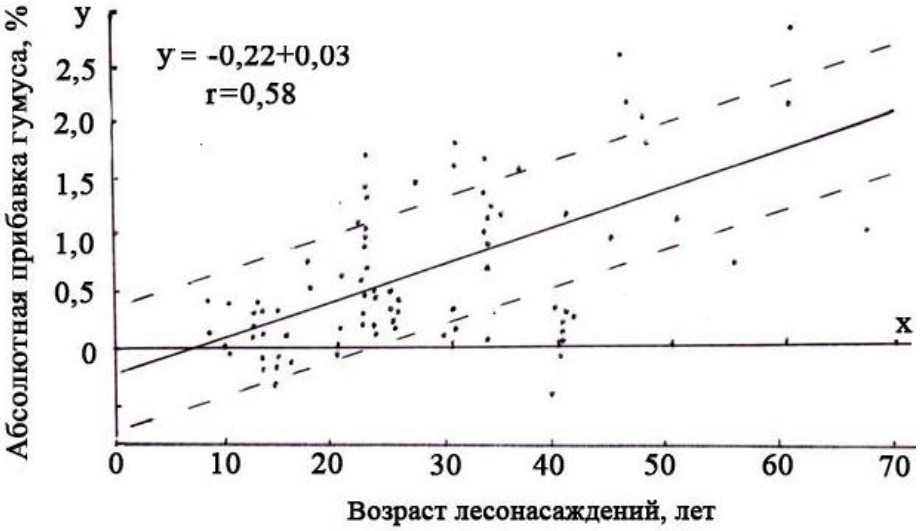

Рис. 8. Зависимость прибавки гумуса в гор. А светло-каштановых почв от возраста насаждений [24]

6.1. ФГУП "Волгоградское", г. Волгоград

Территория опытного хозяйства расположена в Прикаспийской провинции полупустынной зоны. Климат континентальный умеренно-теплый, острозасушливый. Среднегодовая сумма атмосферных осадков 330 мм, КУ 0,12-0,25.

Геоморфологический район – южное окончание Приволжской возвышенности, полого-покатый юго-восточный склон Волго-Донского водораздела. На южной границе в балках Горная Поляна и Григорова произрастают естественные дубовые леса.

Почвы преимущественно светло-каштановые средне- и легкосуглинистые, подстилаемые на глубине 1,1-1,5 м белыми кварцевыми песками ергенинской свиты.

Защитное лесоразведение на "Зеленом кольце" вокруг Сталинграда начали в 30-х гг. XX в. Широкие плотные ЗЛН сложного состава мало сохранились, как и садозащитные полосы посадки 1948-1950 гг., а также государственная ЛП Волгоград – Элиста.

Исследования проводили в северо-западной части хозяйства вблизи с. Песчанка в системе полезащитных ЛП посадки 1961-1962 гг. Общая площадь АЛЛ "Волгоградское" равна 131,8 га, полезащитных ЛП – 7,54 га, лесомелиорированных пахотных почв – 38,9 га. Общая защитная лесистость территории 5,8%. Средний возраст ЗЛН 22 года, состав преимущественно чистый из вяза приземистого и дуба черешчатого, средняя высота 8 м, ширина 9-12 м, конструкция продуваемая и ажурно-продуваемая.

За 22-летний период лесомелиорации под ЗЛН запасы лесной подстилки составили 6,2 т/га. Определены прибавки гумуса и биофильных элементов в почве под ЗЛН и в лесозащищенной пашне, прибавки веществ под ЗЛН были в 3-8 раз больше, чем в пашне (табл. 56).

Таблица 56

Экологический и энергоэкономический эффект от аккумуляции гумуса и биофильных элементов в АЛЛ "Волгоградское"

Показатель	Прибавка вещества в почве в слое 0-50 см				Энергетический эффект, ТДж	Экономический эффект, млн руб.
	гумус	N	P_2O_5	K_2O		
Под ЗЛН: т/га	14,79	0,793	0,186	0,440	3,147	1,170
т	112,0	6,000	1,400	3,300		
На пашне: т/га	0,336	0,227	0,022	0,145	3,857	1,383
т	131,0	9,000	0,900	5,600		
В лесной подстилке: т/га		0,033	0,012	0,025	0,577	0,200
т		1,500	0,600	1,200		

Рассчитаны валовые прибавки веществ в лесной подстилке и почве АЛЛ. Они оказались наибольшими в лесомелиорированной почве, меньше под ЗЛН и небольшими в лесной подстилке. На их основе рассчитана энергоэкономическая эффективность аккумуляции.

Энергоэкономический эффект за 22-летний период лесомелиорации в АЛЛ "Волгоградское" был бы значительно большим при агролесомелиоративном обустройстве всей территории землепользования ОПХ "Волгоградское".

6.2. Заветинский опорный пункт ВНИАЛМИ Заветинского р-на Ростовской обл.

АЛЛ расположен в Южнорусской провинции полупустынной зоны. Климат умеренно-теплый, засушливый. Среднегодовая сумма атмосферных осадков 340 мм, КУ 0,15-0,20. Ландшафтный район – западный склон Ергеней, пологоволнистая равнина. Почвы светло-каштановые в комплексе с солонцами солончаковатыми и средненатриевыми.

Посадка полезащитных ЛП проводилась по мелкой основной подготовке почвы (10-20 см) под меч Колесова в 1932 г. (ЛП № 1, 2), 1933 г. (ЛП № 5, 6), в 1939-1940 гг. (ЛП № 8, 9, 10). Ширина ЛП № 1, 2, 5, 6 – 20 м, № 8, 9, 10 – 5-15 м. Основные древесные виды в посадках 1932-1933 гг. – дуб черешчатый, робиния псевдоакация, ясень ланцетный, гледичия; сопутствующие – клен татарский, яблоня сибирская, лох узколистный, кустарник скумпия кожевенная; в посадках 1939-1940 гг. – вяз приземистый.

Исследования проводили в 1960-1970 гг. [5, 24]. Общая площадь АЛЛ равна 52 га, ЗЛН – 20 га. Средняя высота на светло-каштановой почве равна 7 м, на солонце 2 м. Конструкция ЛП плотная. Определены прибавки гумуса в почве АЛЛ (табл. 57).

Таблица 57

Площадь лесомелиорированных почв и аккумуляция гумуса в АЛЛ Заветинского опорного пункта

Почва	Площадь, га	Слой почвы, см	Прибавка гумуса		
			%	т/га	т
Светло-каштановая: ЗЛН	17,0	0-10	0,20	2,60	44,2
		10-30	0,10	2,80	47,6
		30-50	0,02	0,06	10,2
		Итого			102,0
пашня	47,6	0-10	0,05	0,60	28,6
		10-30	0,01	0,20	9,5
		30-50	0	0	0
		Итого			38,1
Солонец: ЗЛН	3,0	0-10	0,10	1,40	4,2
		10-30	0,03	0,90	2,7
		30-50	0,01	0,30	0,9
		Итого	0		7,8
пашня	2,4	0-10	0,02	0,60	1,4
		10-30	0,01	0,30	0,7
		30-50	0	0	0
		Итого			2,1

Аккумуляция гумуса в почве АЛЛ происходила биотическим путем вследствие разложения надземных и подземных органических остатков и абиотическим – вследствие отложения продуктов дефляции почв примерно в равной степени. Она относительно небольшая. В светло-каштановой почве накоплено гумуса под ЗЛН 102,0 т, в пашне 38,1 т, а в солонце соответственно 7,8 и 2,1 т.

Рассчитан энергоэкономический эффект от аккумуляции гумуса в почве АЛЛ (табл. 58).

Таблица 58

Энергоэкономический эффект от аккумуляции гумуса в почве (0-50 см) в АЛЛ Заветинского опорного пункта

Почва	Энергетический эффект, ГДж	Экономический эффект, млн руб.
Светло-каштановая	3229	1,401
Солонец каштановый	228	0,402
Итого	3457	1,803

Таким образом, за 35-летний период лесомелиорации в почве в слое 0-50 см АЛЛ Заветинского опорного пункта накоплено 150 т гумуса, 3457 ГДж энергии, экономический эффект равен 1,803 млн руб.

6.3. Джаныбекский стационар Института лесоведения РАН

АЛЛ расположен в Прикаспийской провинции полупустынной зоны. Климат континентальный, умеренно теплый, острозасушливый. Среднегодовая сумма осадков 200 мм, КУ 0,13. Ландшафтный район – Джаныбекский плоский северо-западный Прикаспийской низменности. Почвы комплексные светло-каштановые, солонцы, темноцветные.

Защитное лесоразведение в Северном Прикаспии является одним из наиболее экологичных, длительно действующих мелиоративных приемов.

Агролесомелиорация на Прикаспийской низменности развивается около 80 лет. Тяжелые лесорастительные условия, слабая техническая оснащенность и недостаток опыта часто заканчивались неудачей. Тем больший научный и практический интерес представляет рукотворный лесоаграрный оазис, памятник природы и науки, Джаныбекский стационар Института лесоведения РАН. Характери-

стика природных условий и лесомелиоративных мероприятий стационара полно изложена во многих работах [49, 56, 61, 68].

Средний возраст ЗЛН на период исследований в 1992 г. [33] составил 37 лет. На общей площади 562,0 га 95,9 га покрыты различными по типу, составу и возрасту насаждениями. В полосных БГЦ из древесных пород доминирует вяз приземистый, в массивных – дуб, вяз, ясень. Состояние 22-40-летних ЗЛН удовлетворительное, хотя многие деревья начинают суховершинить, а на участке "Производственный опыт" много выпадов. Общая лесистость территории равна 17%. Лесистость участков "Госполоса", "Госфонд", включающих облесенные падины, без опытного участка "Госфонд" – 21%; опытного участка "Госфонд" – 9%, участков "Новый опыт" – 6%, "Производственный опыт" – 8%.

Обстоятельно изучена структура почвенного покрова стационара [56, 61], принятая нами при составлении экспликации почв, исходной и постмелиоративной оценке их плодородия. Почвенный покров слагается из 50% солончаковатых солонцов ($С^{ск}$), 20% светло-каштановых почв ($К^{с}$), 18% лугово-каштановых ($К^{л}$) и 12% темноцветных почв падин ($К^{п}$). В состав солонцовых комплексов входят $С^{ск}$55, $К^{с}$25 и $К^{л}$ 20%.

Основное внимание уделялось изучению водного и солевого режимов почв и меньшее – изменению аккумуляции органического вещества и биофильных элементов. Установлена тенденция потери гумуса целинными лугово-каштановыми почвами и увеличение его запасов в мелиорируемых солонцах [68]. Изменение гумусного состояния изучалось в основном в агроценозах.

Исходный целинный почвенный покров обладал относительно высокой гумусностью. По обобщенным результатам 6-12 наблюдений, гумуса содержалось в слое 0-50 см $С^{ск}$ 1,13%, $К^{с}$ 1,75%, $К^{л}$ 2,83%, $К^{п}$ 3,04%, или соответственно 75,8; 182,6 и 192,6 т/га. Трансформация пастбищных угодий в пашню и под лесные культуры существенно повлияла на изменение почвенных условий, направленность почвообразования, баланс органического вещества почвы. Замена травянистой растительности на древесную и кустарниковую увеличила мощность корнеобитаемого слоя, объемы вовлекаемых в биологический круговорот питательных элементов, но одновременно замедлила скорость их мобилизации и возврата, повысила вероятность исключения части элементов из круговорота, например, из стволовой древесины, листового опада. На примере

Джаныбекского стационара отмечена неадекватная биоаккумулятивная роль животных: лесные мыши способствуют фильтрации талых вод и вымыванию нитратов в ГВ, птицы – зоогенному притоку биофильных элементов из окружающей открытой степи [60].

Запас лесной подстилки, в среднем равный 15,4 т/га, в лугово-каштановой почве в 2-3 раза выше по сравнению с солонцом и светло-каштановой (табл. 59). Он увеличивается с возрастом деревьев особенно за счет ветвей и сорной растительности. Лесная подстилка богата биофильными элементами; отношение азота, фосфора и калия равно 2,5:1,0:1,5. Повышенное количество этих элементов содержится в подстилке под 22-34-летними кулисами вяза, а фосфора – и под дубовыми и вязовыми массивами в падинах. Частично биофильные элементы поступают в подстилку путем зоогенного переноса [58].

Плантажная вспашка, систематические механические обработки ухода за почвой и культурами, длительное парование площадей привели к резкой минерализации органического вещества и растительных остатков. Поэтому дегумификация почвы в 34-летнем агроценозе развита в большей степени, чем в 22-летнем.

Вариационно-статистическая обработка анализа почвенных проб показала в большинстве случаев достоверную прибавку содержания гумуса, валовых форм азота, фосфора, калия в слое 0-50 см почвы под ЗЛН по сравнению с пашней и залежью (табл. 60).

Внесение органических и минеральных удобрений под сельскохозяйственные культуры пополняло почвенные запасы азота, фосфора, калия, что уменьшало разницу с запасами под ЗЛН.

Менее достоверные прибавки в солонцах и зональных почвах отмечались под госполосой по сравнению с многолетней залежью, где плодородие почв практически восстановилось.

Особый интерес представляет изменение содержания гумуса по глубине. Как и во всех молодых слаборазвитых дерновых почвах, гумус распределяется по профилю равномерно, с глубины 10-15 см содержание его резко уменьшается. Более плавное уменьшение содержания гумуса отмечается в темноцветной почве падин под влиянием глубокого промачивания и распространения корневой системы разнотравно-злаковой растительности.

В пахотных почвах за счет перераспределения и минерализации содержание гумуса в аккумулятивном слое резко уменьшилось и распределение стало равномерным в слое 0-50 см. Промежуточное

Таблица 59

Запасы лесной подстилки и содержание в ней биофильных элементов в лесонасаждениях Джаныбекского стационара

Тип ЗЛН. Основная древесная порода	Возраст ЗЛН, лет	Индекс почвы	Запас лесной подстилки, т/га	Содержание биофильных элементов					
				N	P_2O_5	K_2O	N	P_2O_5	K_2O
				%			кг/га		
Широкополосное. Вяз, ясень, тополь	40,0	$С^{ск}$ + $К^{с}$	8,9	1,04	0,35	0,58	93	31,0	52,0
		$К^{л}$	30,3	1,08	0,44	0,49	327	133,0	149,0
		$К^{п}$	20,2	0,84	0,37	0,31	170	75,0	63,0
Узкополосное. Вяз	22,0	$С^{ск}$ + $К^{с}$	7,6	1,14	0,45	0,71	87	34,0	54,0
		$К^{л}$	13,8	1,41	0,48	0,64	195	66,0	88,0
	34,0	$С^{ск}$ +$К^{с}$	9,4	1,44	0,49	0,69	135	46,0	65,0
		$К^{л}$	17,6	1,36	0,39	0,58	239	69,0	102,0
	38,0	$С^{ск}$ +$К^{с}$	6,7	0,80	0,30	0,60	54	20,0	40,0
		$К^{л}$	11,3	1,05	0,48	0,68	119	54,0	77,0
Массивное. Вяз, дуб, клен, ясень	35,0	$К^{п}$	21,5	0,98	0,51	0,64	211	110,0	138,0
Среднее	33,8		14,7	1,11	0,43	0,60	163	63,8	82,8

Таблица 60

Вариационно-статистические показатели изменения содержания гумуса и биофильных элементов в лесомелиорированных почвах (0-50 см) Джаныбекского стационара

Участок, тип и возраст ЗЛН	Индекс почвы	Фактор плодородия	n	Пашня, залежь				ЗЛН			
				M	m	V	P	M	m	V	P
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
"Госполоса", широкополосное, 40 лет	$С^{ск}+К^{с}$	Гумус	5	1,20	0,08	15	7	1,28	0,07	12	8
		N	5	0,08	0,01	25	11	0,10	0,02	47	27
		P_2O_5	5	0,15	0,01	15	7	0,18	0,03	27	15
		K_2O	5	0,96	0,04	9	4	0,96	0,08	15	9
	$К^{л}$	Гумус	7	2,35	0,23	28	10	2,61	0,09	9	4
		N	7	0,15	0,02	28	11	0,17	9,01	17	8
		P_2O_5	7	0,22	0,01	15	6	0,24	0,01	4	2
		K_2O	7	0,95	0,03	8	3	1,00	0,04	9	4
"Госфонд", массивное, 35 лет	$К^{п}$	Гумус	6	Не определяли				2,23	0,29	31	12
		N	6	-"-				0,16	0,01	18	7
		P_2O_5	6	-"-				0,18	0,01	14	6
		K_2O	6	-"-				1,00	0,02	5	2
Опытный участок "Госфонд", узкополосное, 34 года	$С^{ск}+К^{с}$	Гумус	6	0,86	0,23	68	27	1,16	0,13	18	9
		N	6	0,07	0,01	40	18	0,11	0,01	26	13
		P_2O_5	6	0,14	0,01	17	7	0,13	0,01	15	8
		K_2O	6	1,00	0,03	6	3	1,09	0,04	8	4
	$К^{л}$	Гумус	6	1,67	0,20	42	18	2,06	0,38	39	19
		N	6	0,11	0,02	34	15	0,14	0,01	18	9
		P_2O_5	6	0,15	0,01	14	7	0,17	0,02	17	10
		K_2O	6	1,08	1,04	7	4	1,06	0,05	8	4

Продолжение табл. 60

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
"Новый опыт", узкополосное, 22 года	$С^{ск}+К^{с}$	Гумус	8	1,11	0,09	22	8	1,35	0,08	13	6
		N	8	0,06	0,01	39	14	0,09	0,02	44	22
		P_2O_5	8	0,16	0,01	18	6	0,18	0,02	17	9
		K_2O	8	0,99	0,04	10	4	0,98	0,06	12	6
	$К^{л}$	Гумус	6	1,92	0,18	23	9	2,34	0,28	24	12
		N	6	0,09	0,01	25	10	0,10	0,02	41	21
		P_2O_5	6	0,19	0,02	27	11	0,18	0,01	14	7
		K_2O	6	0,99	0,02	4	2	1,04	0,04	7	4

Примечание. n – кратность, M – среднее, m – отклонение от среднего, V – вариабельность, P – точность.

положение между целинными и пахотными почвами занимает распределение гумуса в почве под ЗЛН, свидетельствуя об оживлении здесь дернового процесса. Примечательно, что на всех почвенных площадках под ЗЛН увеличилась гумусированность почвы в слое 10-50 см, а в почве под госполосой она возросла даже по сравнению с залежью. Тенденцию к накоплению гумуса в более глубоких слоях (40-70 см) под ЗЛН отмечают и другие авторы [56].

При средневзвешенном содержании гумуса 116,3 т/га в слое 0-50 см целинной почвы исходные запасы гумуса в почве опытных участков были неодинаковыми вследствие различного плодородия и участия компонентов в структуре почвенного покрова (табл. 61).

Таблица 61

Влияние 37-летней агролесомелиорации на объемы и темпы аккумуляции гумуса в почве на опытных участках Джаныбекского стационара

Участок	Площадь, га		Содержание гумуса в слое 0-50 см, т/га			Темпы изменения содержания гумуса, кг/га·год, по отношению		
	ЗЛН	общая	целина	пашня, залежь	ЗЛН	пашня, залежь – целина	ЗЛН – целина	ЗЛН – пашня, залежь
"Госполоса"	48,0	228	115,1	99,0	101,5	–402	–340	63
"Госфонд" (без опытного участка "Госфонд")	35,0	170	126,0	103,8	105,3	–623	–591	43
Опытный участок "Госфонд"	0,9	10	107,4	65,8	71,8	–1224	–1047	176
"Новый опыт"	2,4	40	107,7	81,6	102,1	–1186	–255	932
"Производственный опыт"	9,6	114	108,2	95,9	97,4	–324	–284	39
Стационар	95,9	562	116,3	97,6	102,2	–505	–381	124

Так, на участках госполосы (включая межполосное пространство) и госфонда высокое потенциальное плодородие обеспечивалось большей долей участия темноцветных почв падин. В пашне и залежи средние запасы гумуса уменьшились на 18,7 т/га, под ЗЛН – на 14,1 т/га. При этом убыль гумуса в почве агроценозов составила 26,1-41,6 т/га, а в травопольных ценозах залежи – всего 12,3-16,1 т/га. По сравнению с пашней и залежью под ЗЛН содержание гумуса увеличилось в среднем на 4,6 т/га и в большем количестве

(6,0-20,5 т/га) под вязовыми кулисами по сравнению с пашней.

Рассчитаны темпы аккумуляции гумуса, биофильных элементов, а также темпы дегумификации в типах почв, БГЦ, которые здесь представлены в обобщенном виде по опытным участкам и стационару. По отношению к исходному (целинному) состоянию плодородия за 37 лет агролесомелиорации на пашне и залежи дегумификация почв в среднем составила 505 кг/га в год, а на агроценозах достигала 1186-1224 кг/га. Под ЗЛН темпы дегумификации были ниже и составляли в среднем 381 кг/га в год. Они были высокими под кулисами, где поверхность почвы продолжительное время находилась в чистом от сорняков, парующем состоянии. По сравнению с пашней и залежью под ЗЛН складывались благоприятные условия аккумуляции гумуса, в среднем равные 124 кг/га в год. Особенно значительны они под молодыми вязовыми кулисами (932 кг/га в год), причиной чего могла быть и технология ухода за насаждениями, связанная с напахиванием плодородных верхних слоев на закрайки и в ряду деревьев. На пашне и залежи при среднем содержании в верхнем 50-см слое почвы 6,23 т/га валового азота, 11,03 фосфора и 63,58 т/га калия в почве под ЗЛН аккумулировалось соответственно 1,94; 0,94 и 0,15 т/га.

Экологическая значимость лесомелиорации объективно выражается в энергетических показателях. Аккумуляция энергии происходила в основном за счет увеличения содержания гумуса в почве. Из питательных элементов наибольший энергетический эквивалент имели азот, а также калий за счет высокого содержания в почве. Запасы энергии в почве под ЗЛН по сравнению с почвой пашни и залежи по учтенным факторам плодородия выше на 246,1 ГДж/га, а в лесоаграрном ландшафте – на 42,1 ГДж/га (табл. 62). Очевидно, что фактически энергетическая эффективность агролесомелиорации значительно выше. Так, например, не учитываются запасы энергии в надземной биомассе деревьев, почвенной и ГВ из снежных отложений, затраты энергии на рассоление почв, уменьшение содержания CO_2 и увеличение O_2 в воздухе и др. Экономический эффект от повышения плодородия почв под влиянием лесомелиорации также не вызывает сомнения, но имеет относительный характер из-за методики расчета, неустойчивой стоимости аккумулируемых веществ, отождествляемых, например, со стоимостью минеральных удобрений. Так, экономический эффект от повышения плодородия почв в Богдинском АЛЛ на площади 1972 га за 37-летний период мелиора-

ции в ценах 1989 г. составил 520 руб./га [10]. На Джаныбекском стационаре сельскохозяйственное освоение целинной территории по оценке изменения запасов гумуса в почве нанесло ущерб в 1122 руб./га, который лесомелиорация понизила лишь на 48 руб./га.

Таблица 62

Энергетическая эффективность 37-летней агролесомелиорации Джаныбекского стационара, ГДж/га

Угодье, геосистема	Площадь, га	Энергетический эффект по факторам плодородия почв в слое 0-50 см					Суммарный эффект
		лесная подстилка	гумус	N	P_2O_5	K_2O	
Целина	562	-	2622,5	-	-	-	-
Пашня, залежь	466	-	2302,2	540,8	139,0	527,7	3509,7
ЗЛН	96	15,1	2355,2	705,7	150,8	529,0	3755,8
АЛЛ	562	2,6	2311,3	569,0	141,0	527,9	3551,8

Полученные показатели оценки плодородия почв Джаныбекского стационара приурочены к определенному временному лесомелиоративному этапу.

Очевидно, что мелиоративный эффект в дальнейшем будет возрастать, определяться долговечностью насаждений, хотя темпы аккумуляции веществ могут и снижаться.

Таким образом, агролесомелиорация территории Джаныбекского стационара служит наглядным примером комплексного освоения деградированных территорий, трансформации малопродуктивных угодий в высокопродуктивные. Экологическое значение этого положительного опыта состоит в мелиорации почв, облесении и обводнении территории, земледельческом освоении почв солонцового комплекса, природохозяйственном, социально-экономическом преобразовании пустынного ландшафта. Экологический эффект, биогеоценотическую и энергетическую емкость пустынных ландшафтов можно повысить при сочетании агролесомелиорации с другими видами мелиораций. Агролесомелиорация почв изменяется во времени, поэтому организация мониторинга почвенного плодородия на уникальных АЛЛ имеет исключительно важное значение для улучшения природной среды и повышения продуктивности Прикаспийского региона.

7. ПЛОДОРОДИЕ ЛЕСОМЕЛИОРИРОВАННЫХ ПОЧВ ПУСТЫННОЙ ЗОНЫ

Территория пустынной зоны бурых полупустынных почв отличается очень засушливым климатом, скудным растительным покровом, низкой лесопригодностью, острой необходимостью водной мелиорации, борьбы с дефляцией почв и опустыниванием территории. Установлена связь аккумуляции гумуса в гор. А бурых полупустынных почв под разновозрастными ЛП (рис. 9).

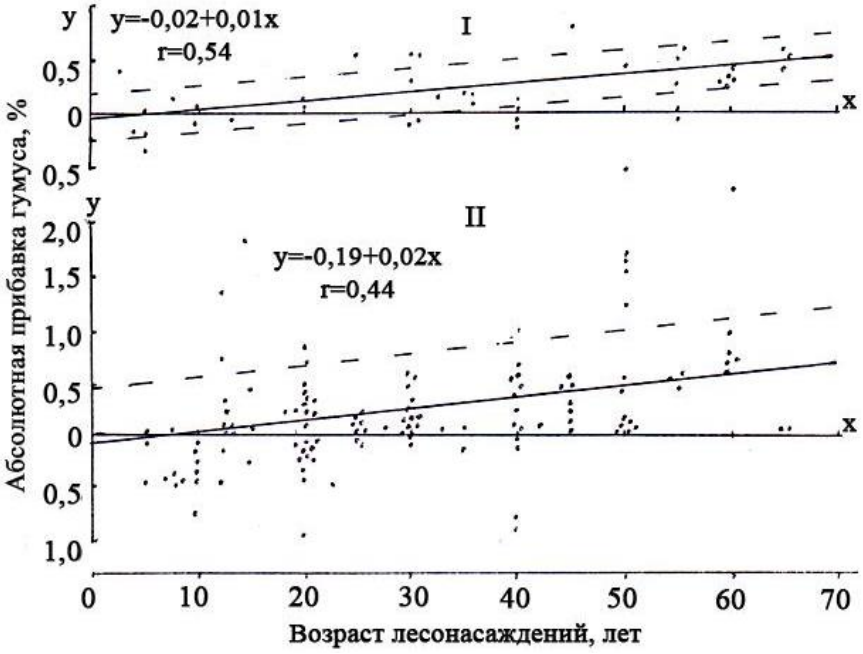

Рис. 9. Зависимость прибавок гумуса в гор. А бурых пустынно-степных (I) и песчаных дерново-степных дефлированных (II) почв

7.1. Богдинская НИАГЛОС Харабалинского р-на Астраханской обл.

АЛЛ расположен в Арало-Каспийской провинции пустынной зоны. Климат континентальный, умеренно теплый, острозасушливый. Среднегодовая сумма атмосферных осадков 150-180 мм, КУ 0,10. Ландшафтный район – Волго-Ахтубинская долина. Орошаемый участок "Церковный" расположен в Волго-Ахтубинской пойме на аллювиальной дерновой зернисто-слоистой суглинистой почве, участок "Придорожный" – на левобережной террасе Ахтубы

на бурой полупустынной легкосуглинистой почве.

Исследования проводили в 2006 г. [48]. В Прикаспии на объектах исследований с общей площадью лесомелиорированных почв 657,5 га около 77% составляют орошаемые земли АЛЛ "Придорожный" с системой 16-летних ЛП из вяза высотой 6-8 м и тополя черного высотой 10-12 м и "Церковный" с системой прямолинейных 16-31-летних и круговых 16-летних ЛП, в основном двухрядных ажурной конструкции из тополя пирамидального x осокорь высотой 25-33 м. Площадь мелиорированных почв в урочище "Церковный" под системой круговых ЛП – 1,70 га, под системой прямолинейных – 3,76, на прилегающих полях соответственно 19,2 и 10,4 га.

Запасы лесной подстилки значительно больше в ЛП на объекте "Церковный" и меньше на объекте "Придорожный" (табл. 63). Лесная подстилка в значительной степени минерализована, в ее составе на труху приходится 40%, ветви 10% и листья 50%; она богата азотом, калием, а также фосфором и другими ценными элементами питания.

Таблица 63

Запасы лесной подстилки и содержание в ней питательных элементов на объектах в Прикаспии, т/га

Объект, ЛП	Запасы лесной подстилки	Содержание питательных элементов		
		N	P_2O_5	K_2O
АЛЛ "Церковный": 31-летняя 2-рядная тополевая	70	0,777	0,777	0,350
31-летняя 3-рядная тополевая	75	0,780	0,063	0,255
16-летняя 2-рядная тополевая	49	0,554	0,029	0,220
АЛЛ "Придорожный": 16-летняя 2-рядная вязовая	20	0,188	0,014	0,086
16-летняя 2-рядная тополевая	12	0,112	0,008	0,052
Среднее	49	0,520	0,042	0,207

Экологическая роль биогеоценотического слоя лесной подстилки на поверхности лесомелиорированных почв заключается в сохранении их от эрозии и дефляции, повышении впитывания и сохранности влаги, обеспечении деревьев минеральным питани-

ем. Большая часть листового опада (до 80%) выносится на прилегающие поля, повышая баланс гумуса и питательных элементов в пахотной почве.

Процессы аккумуляции гумуса в лесозащищенном агроценозе выражены слабо из-за активных процессов минерализации растительных остатков при увлажнении, а биофильных элементов – из-за активного потребления продуктивными фитоценозами. В среднем по объектам прибавки гумуса в слое почвы 0-50 см под ЛП равны 11,65 т/га, в зоне 0-4Н от ЛП – 1,03, прибавки валового азота – 0,41 и 0,03, фосфора – до 0,13, калия – 0,33 и 0,23 т/га соответственно (табл. 64). Аккумуляция фосфора в почвах аграрного БГЦ связана с внесением удобрений, а калия под лесополосами – с отложением продуктов дефляции.

Таблица 64

Аккумуляция гумуса и биофильных элементов на орошаемых лесомелиорированных почвах объектов Прикаспия

Объект, ЛП	Прибавка вещества в слое почвы 0-50 см, т/га							
	ЛП				сельхозугодья			
	гумус	N	P_2O_5	K_2O	гумус	N	P_2O_5	K_2O
"Церковный": прямолинейные 16-31-летние	14,50	0,28	0,12	1,40	0,14	0,01	0,27	0,26
круговые 16-летние	7,83	0,60	–0,59	–1,93	3,68	0,13	–0,54	0,26
"Придорожный": круговые 16-летние	10,20	0,48	0,21	0,28	2,71	0	0,30	0
Среднее	11,65	0,41	0	0,33	1,03	0,03	0,13	0,23

В соответствии с прибавками органических и минеральных веществ в лесомелиорированных почвах возросли и их энергетические показатели (табл. 65). Наибольший энергетический эффект получен от прибавок гумуса, меньший от прибавок минеральных веществ и лесной подстилки. Отмечено уменьшение энергии в почве из-за дисбаланса фосфора и калия в системе молодых ЛП.

Экономическая эффективность повышения плодородия лесомелиорированных почв складывается в основном за счет прибавок и стоимости гумуса (табл. 66), причем эффективность прибавок от аккумуляции биофильных элементов в почвах больше в лесозащищенном аграрном БГЦ. В системе круговых 16-летних ЛП отмечался отрицательный баланс из-за дисбаланса фосфора и калия в почве. Относительно высокий эффект был от накопления лесных подстилок.

Суммарный энергетический эффект от аккумуляции веществ в орошаемых почвах был наибольшим в АЛЛ "Церковный" и на объектах Богдинской НИАГЛОС составил 161,984 ТДж (табл. 67).

Таблица 65

Энергетический эффект от аккумуляции гумуса и биофильных элементов в почвах объектов Прикаспия

Объект, ЛП	Накопление энергии, ТДж				
	лесная подстилка	лесомелиорированная почва			
		гумус	N	P_2O_5	K_2O
"Церковный": круговые 16-летние	0,227	3,900 / 13,918	0,089 / 0,217	–0,013 / –0,131	–0,027 / 0,041
линейные 16-31-летние	0,742	7,335 / 124,834	0,091 / 0,067	0,006 / 0,262	0,044 / 0,166
"Придорожный": круговые 16-летние	0,100	1,716 / 8,234	0,114 / 0	0,007 / 0,039	0,006 / 0
Итого	1,069	12,953 / 146,986	0,294 / 0,284	0 / 0,170	0,023 / 0,207

Примечание. Здесь и в табл. 66 числитель – под ЛП, знаменатель – под сельхозкультурами.

Таблица 66

Экономический эффект от аккумуляции гумуса и биофильных элементов в почвах объектов Прикаспия

Объект, ЛП	Экономический эффект по факторам плодородия почв, руб.				
	лесная подстилка	лесомелиорированная почва			
		гумус	N	P_2O_5	K_2O
"Церковный": круговые 16-летние	8330	10928 / 50008	–6446 / 15797	–7885 / –81503	–8202 / 12480
линейные 16-31-летние	22560	44576 / 8850	6673 / 4873	3547 / 163430	13160 / 50050
"Придорожный": круговые 16-летние	13088	22755 / 23139	8263 / 0	4490 / 24526	1904 / 0
Итого	43978	78259 / 81997	21382 / 20670	152 / 106453	6862 / 62530

Таблица 67

Эффективность ЛП на орошаемых почвах объектов Прикаспия

Объект	Энергетический эффект		Экономический эффект	
	ТДж/га	ТДж	руб./га	тыс. руб.
"Церковный"	0,989	161,984	2112,0	324,2
"Придорожный"	0,020	10,217	427,0	215,2
Среднее	0,240	161,984	820,4	

Итого				539,4

7.2. Степное отделение Богдинской НИАГЛОС Харабалинского р-на Астраханской обл.

АЛЛ расположен в Арало-Каспийской провинции пустынной зоны. Климат континентальный умеренно теплый, острозасушливый. Среднегодовая сумма атмосферных осадков 150-170 мм, КУ 0,12. Ландшафтный район – Заволжский плоско-волнистый, песчано-солончаковатый. Почвы бурые полупустынные легкосуглинистые супесчаные.

Исследования проводились в 1989 г. [31]. АЛЛ расположен на песчаных отложениях подошвы г. Богдо у озера Баскунчак. Богдинский лесомелиоративный стационар ВНИАЛМИ заложен М. А. Орловым в 1921 г. на площади 1972 га пастбищных угодьев. Сохранились ЗЛН посадки 20-30-х и 70-х гг. – 235 га поле- и пастбищезащитных ЛП, что составляет 11,9% общей лесистости территории. Преобладают полосы порослевого возобновления плотной (66%) и продуваемой (33%) конструкций из вяза приземистого (60%) и тамарикса (34%). Высота насаждений в зависимости от почвогрунтовых условий изменяется в широких пределах: от 3-9 м у вязовых до 1-4 м у тамариксовых. Общее мелиоративное состояние насаждений из тамарикса удовлетворительное, из вяза – неудовлетворительное на 90% площади.

Ландшафт представляет собой мелкобугристый песчаный массив морского происхождения с вторичной эоловой переработкой на падине, обрамленной зональными почвами солонцовых комплексов. Почвенный покров на большей площади представлен бурыми полупустынными слабодифференцированными супесчаными и песчаными почвами с котловинами выдувания. Бурые полупустынные солонцеватые и легкосуглинистые почвы в комплексе с солонцами занимают около 20% территории. Лугово-бурые гумусированные полупустынные почвы (около 7%) местами погребены, имеют недоступные пресные ГВ. Общая площадь лесомелиорированной пашни и пастбищ 431 га.

Почвы ландшафта очень бедны органическим веществом и биофильными элементами (табл. 68). Плодородие лугово-бурых почв в 1,5-3 раза выше зональных. Под влиянием ЛП заметно улучшилось гумусное состояние почв, обеспеченность валовыми формами питательных элементов. Существенно различие с контролем в

верхних горизонтах под старовозрастными насаждениями (досто-

Таблица 68

Вариационно-статистические показатели* содержания гумуса и биофильных элементов в лесомелиорированных почвах (0-50 см), %

Индекс почвы**	Возраст ЛП, лет	Элемент аккумуляции	n	Пункт наблюдения								
				ЗЛН			мелиорированные сельхозугодья			немелиорированные сельхозугодья (контроль)		
				M	m	P	M	m	P	M	m	P
$Б_п$ е,д	> 35	Гумус	5	0,470	0,070	16	0,380	0,070	18	0,350	0,060	21
		N	5	0,029	0,004	11	0,028	0,003	14	0,021	0,003	14
		P_2O_5	5	0,039	0,005	13	0,036	0,003	9	0,034	0,005	16
		K_2O	5	0,310	0,040	13	0,310	0,040	15	0,270	0,040	14
$Б_п$ г	< 35	Гумус	4	0,520	0,040	11	0,490	0,070	14	0,480	0,170	36
		N	4	0,039	0,004	11	0,036	0,003	11	0,032	0,004	13
		P_2O_5	4	0,057	0,008	14	0,057	0,014	25	0,055	0,010	18
		K_2O	4	0,480	0,070	14	0,370	0,040	13	0,400	0,700	19
$Б_п$ г	> 35	Гумус	4	0,760	0,040	5	0,610	0,050	7	0,560	0,020	4
		N	4	0,043	0,001	4	0,035	0,030	10	0,031	0,002	7
		P_2O_5	4	0,059	0,013	22	0,670	0,011	14	0,064	0,005	8
		K_2O	4	0,480	0,070	16	0,470	0,070	15	0,440	0,070	25
$Б_л$ г,д	> 35	Гумус	3	1,05	0,060	5	0,960	0,110	11	0,900	0,090	9
		N	3	0,044	0,004	11	0,045	0,001	3	0,040	0,009	22
		P_2O_5	3	0,083	0,010	12	0,059	0,020	34	0,057	0,016	27
		K_2O	3	0,470	0,050	10	0,440	0,030	6	0,390	0,060	16

**n – число повторений, M – среднее арифметическое, m – отклонение от среднего, P – точность определения;*

*** Здесь и в табл. 69: $Б_п$ е,д – бурая полупустынная песчаная, супесчаная; $Б_п$ г – бурая полупустынная легкосуглинистая, слабосолонцеватая или несолонцеватая; $Б_л$ г,д – луговато-бурая легкосуглинистая, супесчаная.*

верность 0,60-0,99%). В отдельных случаях в лесомелиорированной пашне прибавки недостоверны. Под насаждениями в эоловых наносах, мощность которых равна в среднем 5-20 см, и на прилегающих участках пашни, пастбищ (мощность наносов до 5-10 см) содержание аккумулированных веществ выше, чем на контроле.

Под старовозрастными довоенными посадками гумуса аккумулировалось в 4-6, а азота в 2-3 раза больше, чем под относительно молодыми (табл. 69). Менее отчетливы различия по фосфору и калию. Особенно активно аккумулировались вещества в лугово-бурой почве. В среднем за 37-летний период произрастания насаждений в различных местоположениях темпы и объемы аккумуляции органических и минеральных веществ были относительно большими, если учесть естественное бедное плодородие пустынных почв.

Таблица 69

Аккумуляция гумуса и биофильных элементов в почве (0-50 см) АЛЛ Богдинского степного отделения, т/га

Почва	Возраст ЗЛН, лет	Площадь, га		Гумус		N		P_2O_5		K_2O	
		ЗЛН	сельхозугодья	ЗЛН	сельхозугодья	ЗЛН	сельхозугодья	ЗЛН	сельхозугодья	ЗЛН	сельхозугодья
$Б_п$ е, д	< 35	49	92	4,6	–5,2	0,46	–0,03	1,98	0,59	3,95	–3,81
	> 35	123	199	30,3	12,9	1,47	0,95	1,27	0,72	9,47	7,04
$Б_п$ г	< 35	10	21	6,7	0,9	0,80	0,35	0,50	0,12	8,26	–2,89
	> 35	35	57	24,2	8,1	1,46	0,64	0,28	0,63	9,01	5,75
$Б_л$ д, г	> 35	18	62	39,2	11,5	1,28	0,72	3,54	0,72	14,77	7,41
Среднее: т/га				23,7	7,6	1,21	0,64	1,79	0,65	8,61	4,12
кг/га·год				64,0	205,0	33,0	17,00	48,0	18,00	233,0	11,00
На 1% лесистости, кг/га·год				10,1		0,64		0,80		4,34	

В лесомелиорированных почвах пашни и пастбищ прибавки гумуса и биофильных элементов были в 1,5-2 раза меньшими, чем под ЗЛН.

Тем не менее, здесь аккумулируется примерно половина веществ АЛЛ. С учетом удельной лесистости темп аккумуляции веществ в пустынном АЛЛ заметно уступал более северным территориям. Однако, учитывая легкий гранулометрический состав почвы, низкое плодородие, заторможенность биологических процессов, можно признать активным влияние агролесомелиорации на почвы пустынной зоны.

Дана экологическая оценка повышения плодородия почвы в самобытном пустынно-степном агроландшафте Прикаспия по пяти изученным факторам. Конечно, не учтены многие другие факторы: почвенная влага, микроэлементы и др. Рассчитана энергоэкономическая эффективность агролесомелиорации почв АЛЛ (табл. 70).

Таблица 70

Экологическая и энергоэкономическая эффективность агролесомелиорации почв (0-50 см) АЛЛ Богдинского степного отделения за 37 лет

Оценка	Факторы плодородия					Суммарный эффект
	лесная подстилка	гумус	N	P_2O_5	K_2O	
Экологическая, т	20,20	8854,2	864,3	561,60	5158,4	-
Энергетическая, ТДж	0,46	204,05	74,85	7,08	42,81	329,25
Экономическая, млн руб.	0,02	88,54	5,47	1,75	12,90	108,68

Аккумулированные в почве АЛЛ органические и минеральные вещества за 37-летний период мелиорации выражены в энергетических (329,25 ТДж) и экономических (108,68 млн руб.) показателях. Таким образом, ЗЛН в пустыне повышают плодородие почв, увеличивают биологическую и абиотическую аккумуляцию веществ, а следовательно, биогеоценотическую и энергетическую емкость ландшафта. Агролесомелиорация почв изменяется во времени, поэтому организация мониторинга в самобытных АЛЛ имеет исключительно важное значение для улучшения природной среды и повышения продуктивности земель Прикаспийского региона.

7.3. Бывший колхоз "Родина" Харабалинского р-на Астраханской обл.

АЛЛ бывшего к-за "Родина" расположен южнее объектов Богдинской НИАГЛОС, на Бэровских буграх. В связи с лесомелиорацией пастбищ пустынной зоны необходимо учитывать не только количество почвообразовательной фитомассы, но и ее качество, химический состав компонентов. Одновременно возникает интерес и в аспекте изменения круговорота питательных элементов в системе "почва – растение", биологической аккумуляции в АЛЛ, почвообразования. Для решения этих задач в 1981-1985 гг. проводили исследования в системе пастбищезащитных ЛП посадки 1979 г.

Гранулометрический состав бурой полупустынной почвы на

вершинах и склонах Бэровских бугров супесчаный и в межбугровой падине – суглинистый. Водорастворимые соли в токсичных дозах залегают на глубине 1,5-2,0 м на склонах и падине.

На открытом пастбище и в равной степени на элементах рельефа почва бедна органическим веществом (табл. 71). На лесомелиорированной почве пастбища отмечены значительные изменения в гумусированности почвенного покрова. На вершине и склоне бугров в междурядьях пастбищезащитных саксаульных полос содержание гумуса в почве в слое 0-50 см уменьшалось, видимо, вследствие процессов дефляции и минерализации.

Таблица 71

Изменение химических свойств бурой полупустынной почвы на лесомелиорированном пастбище Бэровских бугров

Элемент ланд-шафта	Глубина, см	Лесомелиорированное пастбище									Открытое пастбище		
		саксауловая полоса						между полос					
		ряд			междурядье								
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Вершина	0-10	0,76	8,9	2,9	0,40	7,2	3,0	1,61	7,1	0,7	0,59	7,0	1,2
	10-30	0,36	8,4	3,4	0,15	7,4	3,9	1,03	7,5	1,9	0,33	7,6	0,6
	30-50	0,28	8,0	3,5	0,14	7,4	3,5	0,30	7,5	2,8	0,26	7,6	3,2
Склон	0-10	0,85	Не опр.		0,51	6,9	6,7	0,78	7,0	Не опр.	0,59	7,0	1,0
	10-30	0,47	-"-		0,27	7,0	10,3	0,28	8,0	-"-	0,35	7,2	0,8
	30-50	0,35	-"-		0,18	7,8	7,3	0,25	7,9	-"-	0,30	7,8	1,5
Падина	0-10	1,75	8,1	0,9	0,69	7,0	0,4	0,91	7,6	0,4	0,58	7,0	0,6
	10-30	0,61	8,0	0,3	0,37	7,2	0,4	0,41	7,7	0,4	0,52	7,6	0,4
	30-50	0,45	7,8	0,3	0,31	7,5	0,2	0,30	7,7	0,5	0,31	7,5	1,5

Примечание:. 1 – гумус, %; 2 – pH; 3 – $CaCo_3$, %.

В рядах посадок, главным образом, в слое 0-10 см, наблюдалась аккумуляция гумуса, связанная с поступлением опада, корневых остатков деревьев и трав, мелкозема. Активной она была между ЛП. Почвы слабощелочные, а в рядах щелочные, что, возможно, связано со щелочностью опада и отпада саксаула белого. В почве повышенное содержание карбонатов, особенно на вершинах и склонах бугров. Почвы на склонах и в падине глубокозасоленные.

8. ПЛОДОРОДИЕ ЛЕСОМЕЛИОРИРОВАННЫХ ПОЧВ В ПОЛИЗОНАЛЬНЫХ СУБЪЕКТАХ РФ

8.1. Республика Калмыкия

АЛЛ Республики Калмыкии расположены в Прикавказской степной, Манычско-Донской сухостепной, Прикаспийской полупустынной зонах. Климат континентальный. Теплообеспеченность умеренная, водообеспеченность умеренная в степной зоне, недостаточная в сухостепной и очень дефицитная в полупустынной зоне. Среднегодовая сумма атмосферных осадков 400-230 мм, КУ 0,30-0,10. Рельеф в степной зоне Приазовской равнины пологоволнистый, в сухостепной зоне на Ергенях возвышенный и в полупустынной и пустынной зонах Прикаспия пониженный (Сарпинская низменность). Почва – чернозем приазовский, каштановая и светло-каштановая.

Мелиоративное влияние ЗЛН на степные почвы Республики Калмыкии изучали многие исследователи [35, 36, 47, 63, 64]. Однако, аккумуляция гумуса и биофильных элементов в почве оценивалась лишь в отдельных разрезах, отчего не создалось представление о плодородии почвы на ландшафтном, геосистемном уровне [62]. Исследования проводили по агролесомелиорированным районам (АЛМР) Республики Калмыкии на период последнего переучета агролесомелиоративного фонда в 1995 г. К этому времени была разработана Федеральная программа агролесомелиоративных работ в России [66].

В настоящий период площади мелиорированных земель под ЗЛН равны 69445 га и на прилегающих сельскохозяйственных угодьях (в зоне до 4Н ЗЛН) 94890 га (табл. 72).

Повышение плодородия лесомелиорированных почв в значительной мере связано с формированием биогеоценотического органогенного горизонта лесной подстилки. Под существующими 20-50-летними ЗЛН средний запас мортмассы равен 5,349 т/га и содержит 57,83 кг/га основных биофильных элементов (табл. 73). В степной зоне эти показатели в 2-4 раза выше. С омоложением поса-

док к 2025 г. они уменьшатся, но валовые запасы на общей площади значительно возрастут. Кроме того, необходимо учитывать, что от 20 до 60% листового опада выносится на поля. Лесная подстилка под ЗЛН богата биофильными элементами. С юга на север содержание валового азота, фосфора и калия увеличивается соответственно в 5,2; 3,2 и 3,8 раза.

Таблица 72

Площадь лесомелиорированных почв Республики Калмыкии

АЛМР	Площадь сельхозугодий, тыс. га	Площадь почв, га		Защитная лесистость территории, %
		ЗЛН	сельхозугодья	
I – Предкавказский степной	107	1085 3922	3650 7020	1,01 3,69
II – Волго-Донской сухостепной	1195	7099 36457	8460 21100	0,59 3,06
III – Ергенинско-Сарпинский и Черноземельско-Прикаспийский полупустынный и пустынный	4656	61261 404745	82780 196700	1,31 8,70
Итого	5958	69445 445124	94890 224820	1,17 7,47

Примечание. Здесь и в табл. 73-76 числитель – 1995 г., знаменатель – 2025 г.

Таблица 73

Запасы лесной подстилки и содержание биофильных элементов под ЗЛН в Республике Калмыкии

АЛМР	Запас лесной подстилки, т/га	Содержание питательных веществ, кг/га		
		N	P_2O_5	K_2O
I	10,877 11,526	130,48 137,60	25,44 26,88	76,16 80,72
II	6,018 5,850	39,26 33,54	8,52 7,74	23,76 21,23
III	5,174 3,920	25,02 15,25	7,98 6,46	20,02 12,22
Среднее	5,349 3,714	28,12 17,83	8,31 6,74	21,30 1356

Под влиянием биотических и абиотических процессов в почве гумус и питательные элементы аккумулируются преимущественно в верхнем элювиальном горизонте (табл. 74). Так, в

среднем по республике содержание гумуса увеличилось под ЗЛН на 12,612 т/га, валового азота на 0,683, фосфора на 0,192 и калия на 0,563 т/га и под сельскохозяйственными угодьями на 3,308; 0,202; 0,030 и 0,296 т/га соответственно. Для сравнения, средние прибавки этих веществ по России равны соответственно 48,87 т/га; 2,181; 0,704; 3,462 и 8,22; 0,423; 0,271; 2,243 т/га [3]. К 2025 г. намечается понижение этих показателей вместе с уменьшением среднего возраста лесонасаждений.

Таблица 74

Аккумуляция гумуса и биофильных элементов в лесомелиорированных почвах

АЛМР	Прибавка вещества в почве в слое 0-50 см, т/га							
	ЗЛН				сельхозугодья			
	гумус	N	P_2O_5	K_2O	гумус	N	P_2O_5	K_2O
I	81,249 79,072	4,134 4,071	3,606 2,157	11,329 11,138	10,962 6,139	0,546 0,297	0,528 0,293	4,416 2,453
II	13,463 9,773	0,660 0,468	0,093 0,089	0,724 0,572	3,074 2,528	0,154 0,125	0,038 0,031	0,150 0,125
III	11,298 6,775	0,625 0,406	0,143 0,098	0,354 0,251	2,994 1,709	0,192 0,106	0,020 0,010	0,129 0,083
Среднее	12,612 7,658	0,683 0,443	0,192 0,115	0,563 0,373	3,308 1,920	0,202 0,114	0,030 0,021	0,296 0,161

Эффективность агролесомелиорации почв проявляется в оценке энергонакопления в педомассе. Наибольшая прибавка энергии в почве обеспечивалась аккумуляцией гумуса, в меньшей степени азота и значительно меньшей калия и фосфора. В почвах БГЦ существенный вклад в энергетический потенциал вносила мортмасса лесной подстилки, богатая органическими и минеральными веществами. К сожалению, не изучалась аккумуляция энергии многими другими ценными для растений и почвы питательными элементами. В энергетических показателях также еще не оценена роль агролесомелиорации в повышении водообеспеченности, в рассолении и рассолонцевании почв и т. п.

Мощным аккумулятором энергии в почве являются лесозащитные БГЦ (321,791-2379,927 ГДж/га), в 6-8 раз меньше накоплено в лесозашищенных агроценозах, хотя по площади они в большинстве случаев превосходят первые (табл. 75). Очень показателен суммарный эффект энергонакопления в АЛЛ регионов и в целом в республике.

Таблица 75

Энергоэкономическая эффективность агролесомелиорации почв в Республике Калмыкии

АЛМР	Суммарный эффект от аккумуляции веществ в почве экосистем						
	энергетический			экономический			
	ЗЛН	аграрный БГЦ	АЛЛ	ЗЛН	аграрный БГЦ	АЛЛ	итого
	ГДж/га			руб./га			млн руб.
I	2379,927 2308,153	343,317 191,305	35,844 97,154	158799 144597	28731 15963	2590 6347	277,166 679,173
II	378,431 274,964	85,930 70,537	2,856 8,797	19479 14412	4476 3673	147 505	176,156 602,910
III	321,791 196,195	86,986 49,399	5,780 19,142	16630 10347	4449 2529	298 1006	1396,298 4675,217
Среднее	359,742 221,222	96,602 55,742	5,732 18,631	19139 11885	5298 3055	307 1003	
Всего							1840,414 5967,347

Экономический эффект от повышения плодородия лесомелиорированных почв складывается в наибольшей мере за счет прибавок гумуса. Стоимость прибавок азота в почвах в экономических показателях была примерно в 2-3 раза меньше, чем у гумуса. Еще меньше был экономический эффект от накопления калия и наименьшим от фосфора. Относительно высокий экономический эффект в степной зоне проявляется от абиотической аккумуляции гумуса и от влияния лесной подстилки.

Суммарный экономический эффект от мелиорации почв в лесозащитных БГЦ в 4-5 раз больше, чем в лесозащищенных. Наибольший он в полупустынной и пустынной зонах с высокой облесенностью территории. В среднем по Республике Калмыкии валовой доход от агролесомелиорации почв по учтенным показателям составил 1840,414 млн руб. в 1995 г.

Таким образом, анализ аккумулятивной роли ЗЛН в повышении плодородия почв в БГЦ, АЛМР и природных зонах Республики Калмыкии свидетельствует о значительных прибавках гумуса, валовых форм азота, фосфора и калия в лесомелиорируемых почвах, о формировании резерва питательных элементов в лесных подстилках. Прибавки веществ обеспечили высокую энергоэкономическую эффективность агролесомелиорации почв, которая может еще более возрасти к 2025 г. после выполнения

Федеральной программы агролесомелиоративных работ [66] вместе с увеличением площади ЗЛН и их пространственного влияния на агроценозы и почвы.

Актуальны организация мониторинга плодородия почв, изучение и энергоэкономическая оценка многих других элементов плодородия агролесомелиорированных почв.

8.2. Волгоградская область

АЛЛ Волгоградской обл. расположены в степной, сухостепной и полупустынной зонах. Климат континентальный умеренно теплый, от недостаточно влажного до острозасушливого. Среднегодовая сумма атмосферных осадков 250-450 мм, КУ 0,13-0,37. Зональные почвы – черноземы обыкновенные, южные, темно-каштановые, каштановые, светло-каштановые.

Исследований по агролесомелиорации почв Волгоградской обл. выполнено много, однако недостаточно анализировались материалы по аккумуляции органических и минеральных веществ в почве. Исследования проводили в 1992-2003 гг. [28, 36]. Плодородие почв Волгоградской обл. по ее основному показателю – гумусному состоянию пахотных земель – можно определить как оптимальное и критическое. Несмотря на спад сельскохозяйственного производства, процессы дегумификации, агроистощения продолжаются. По нашим данным, потери гумуса в пахотном слое почвы АЛМР составили 0,14-0,46%, или 4,00-12,14 т/га (табл. 76).

Таблица 76

Потери гумуса в пахотной почве по АЛМР Волгоградской обл.

АЛМР	Потери гумуса в слое 0-22 см			
	за последние 50 лет		за период земледелия	
	%	т/га	%	т/га
I – Волго-Донской степной	0,46	12,14	1,61	42,50
II – Волго-Донской сухостепной	0,25	6,88	0,75	20,63
III – Волго-Уральский сухостепной	0,18	4,95	0,45	12,78
IV – Ергенинско-Сарпинский полупустынный	0,17	4,86	0,34	9,72
V – Заволжский полупустынный	0,14	4,00	0,28	6,01
Среднее по области	0,30	8,14	0,96	25,71

Сравнительный анализ плодородия целинных почв и материалы Субрегиональной национальной программы действий по

борьбе с опустыниванием для юго-востока европейской части РФ (1999) позволяют заключить, что за период активного земледельческого освоения края потери гумуса возросли в 1,5-3,5 раза.

Обобщение около 400 литературных источников и материалов собственных наблюдений во многих регионах страны позволило установить корреляционную зависимость прибавок гумуса в основных типах почв под ЗЛН от их возраста [2]. Снижение содержания гумуса наблюдается только в первые годы жизни деревьев и кустарников вследствие погребения гумусированного верхнего слоя глубокими отвальными вспашками, длительного парования почвы в междурядьях ЗЛН. Интенсивно накапливается гумус в почве после формирования лесной подстилки, при задержании продуктов смыва и дефляции почвы, в период распада насаждений. Вероятно, что именно постоянная абиотическая аккумуляция гумуса под искусственными ЗЛН удлиняет сроки установления равновесного гумусного состояния в почве, как это отмечается при биотической его аккумуляции под естественными насаждениями и, таким образом, климакс агролесомелиорированной почвы имеет особые временные рамки развития.

Исследования выполнены в 5 АЛМР, которые и явились основой для оценки аккумуляции веществ в АЛМР Волгоградской обл. на период последнего переучета агролесомелиоративного фонда в 1995 г. На этот период площади мелиорируемых земель под ЗЛН равны 197517 га и на прилегающих сельскохозяйственных угодьях (в зоне до 4-х высот ЗЛН) 454257 га (табл. 77). Наибольшие они в сухостепном и степном Правобережье Волги. В соответствии с Федеральной программой в области намечается иметь к 2025 г. 544670 га ЗЛН. Защитная лесистость увеличится в среднем в 3 раза, в т. ч. в полупустынном Заволжье почти в 4-8 раз, главным образом за счет мелиоративно-кормовых посадок. Общая площадь лесомелиорированных почв будет более 2 млн га.

Под существующими 20-50-летними ЗЛН средний запас мортмассы равен 8,861 т/га и содержит 140 кг/га основных биофильных элементов (табл. 78). В степной зоне эти показатели в 1,4-2 раза выше. С омоложением возраста посадок к 2025 г. они незначительно уменьшатся, но валовые запасы на общей площади возрастут. Кроме того, необходимо иметь в виду, что от 20 до 60% листового опада выносится на поля. Лесная подстилка под ЗЛН богата биофильными элементами. С юга на север содержание валового азота, фосфора и калия увеличивается соответственно в 5; 2,7 и 3,6 раза.

Таблица 77

Площадь лесомелиорированных почв Волгоградской обл.

АЛМР	Площадь сельхозуго-дий, тыс. га	Площадь мелиорированных почв, га		Защитная лесистость территории, %
		ЗЛН	сельхозугодья	
I	2657	52263 124960	138411 482278	1,97 4,70
II	2884	100226 229826	214338 594185	3,47 7,97
III	1656	33452 126174	70540 322753	2,02 7,62
IV	437	6682 25281	17046 60119	1,53 5,79
V	1050	4894 38429	13922 41136	0,47 3,66
Среднее по области	8684	197517 544670	454257 1500471	2,27 6,27

Примечание. Здесь и в табл. 78-80 числитель – 1995 г., знаменатель – 2025 г.

Таблица 78

Запасы лесной подстилки и содержание биофильных элементов под ЗЛН АЛМР Волгоградской обл.

АЛМР	Запас лесной подстилки, т/га	Содержание биофильных элементов, кг/га		
		N	P_2O_5	K_2O
I	12,843 12,412	154,101 148,923	29,912 29,006	89,903 86,913
II	7,523 7,313	49,073 41,540	10,652 9,675	29,955 25,654
III	7,437 6,775	47,972 38,509	10,505 8,990	29,514 23,999
IV	6,127 5,570	31,282 21,792	11,406 9,239	25,027 17,462
V	7,183 3,767	40,316 21,439	16,080 8,673	28,566 14,525
Среднее по области	8,861 8,027	78,810 72,231	15,901 13,889	45,400 38,193

Под влиянием биотических и абиотических процессов в почве АЛМР аккумулируются гумус и питательные элементы преимущественно в верхнем элювиальном горизонте, а также в нижележащих горизонтах и почвообразующей породе (табл. 79).

Так, под ЗЛН в среднем по области увеличилось содержание

гумуса на 33,084 т/га, валового азота на 1,062, калия на 1,048, фосфора на 0,185 т/га и под сельхозугодьями соответственно на 7,308; 0,229; 0,519 и 0,089 т/га.

Таблица 79

Аккумуляция гумуса и биофильных элементов в лесомелиорированных почвах АЛМР Волгоградской обл.

АЛМР	Прибавка вещества в почве в слое 0-100 см, т/га							
	ЗЛН				сельхозугодья			
	гумус	N	P_2O_5	K_2O	гумус	N	P_2O_5	K_2O
I	39,674	1,638	0,316	1,714	8,421	0,265	0,192	1,282
	24,490	1,539	0,295	1,707	8,115	0,232	0,183	0,908
II	31,945	0,825	0,116	0,905	7,319	0,193	0,048	0,188
	25,564	0,669	0,107	0,817	5,430	0,178	0,044	0,178
III	28,479	0,943	0,180	0,624	6,408	0,261	0,042	0,189
	22,428	0,721	0,160	0,556	4,445	0,220	0,031	0,157
IV*	27,360	0,781	0,179	0,443	5,049	0,240	0,025	0,161
	18,979	0,580	0,140	0,358	3,866	0,152	0,014	0,118
V*	25,332	0,960	0,236	0,512	4,326	0,242	0,022	0,140
	9,009	0,660	0,157	0,365	3,561	0,170	0,012	0,111
Среднее по области	33,084	1,062	0,185	1,048	7,308	0,229	0,089	0,519
	23,118	0,876	0,176	0,908	5,967	0,203	0,084	0,408

**Прибавка вещества в слое 0-50 см.*

Мощным аккумулятором энергии в почве являются лесозащитные БГЦ (638, 952-887, 858 ГДж/га), меньше в 4-4,6 раза накопили превосходящие их по площади лесозащищенные агроценозы (табл. 80). Очень показателен суммарный эффект энергонакопления в агроландшафтах АЛМР и области. К 2025 г. он возрастет в 2,2 раза по сравнению с величинами 1995 г.

Суммарный экономический эффект от мелиорации почв в лесозащитных биогеоценозах в 3-5 раз больше, чем в лесозащищенных. Наибольший он в степной и сухостепной зонах. В среднем по Волгоградской обл. валовой доход от агролесомелиорации почв по учтенным биогенам составил 11939,978 млн руб. на 1995 г. и к 2025 г. увеличится до 27420,761 млн руб.

Таким образом, изучение аккумулятивной роли ЗЛН в повышении плодородия почв в БГЦ, АЛМР и природных зонах Волгоградской обл. свидетельствует о значительных прибавках гумуса, валовых форм азота, фосфора и калия в лесомелиорированных почвах, о формировании резерва питательных элементов в лесной подстилке. Прибавки веществ обеспечили высокий энер-

Таблица 80

Энергоэкономическая эффективность агролесомелиорации почв в Волгоградской обл.

АЛМР	Суммарный эффект от аккумуляции веществ в почве экосистем						
	энергетический			экономический			
	ЗЛН	аграрный БГЦ	АЛЛ	ЗЛН	аграрный БГЦ	АЛЛ	итого
	ГДж/га			руб./га			млн руб.
I	1111,005 750,953	230,124 216,990	33,841 74,704	51141 37821	13305 11839	1699 3928	4514,243 10436,696
II	834,187 762,782	187,583 142,615	42,931 90,169	35093 28509	8077 6376	1820 3585	5248,880 10339,140
III	757,603 601,240	172,425 123,225	22,649 69,826	32779 25999	7716 5678	991 3087	1641,096 5112,072
IV	717,717 504,072	138,837 103,441	16,390 43,392	30272 21504	6264 4541	707 1869	308,959 816,753
V	690,478 271,999	122,138 97,892	4,838 13,790	30441 13960	5607 4372	216 682	226,800 716,100
Среднее по области	887,858 638,952	193,719 193,719	30,328 67,642	45594 28657	9469 7853	1374 3157	
Всего							11939,978 27420,761

гетический и экономический эффект. Положительная оценка агролесомелиорации почв может быть еще более высокой после выполнения Федеральной программы агролесомелиоративных работ к 2025 г. в результате роста ЗЛН и пространственного их влияния на агроценозы. Актуальны организация мониторинга плодородия почв, изучение, энергоэкономическая оценка многих других факторов плодородия агролесомелиорированных почв.

8.3. Челябинская область

АЛЛ Челябинской обл. расположены в горнолесной, лесостепной и степной зонах. Климат континентальный умеренно теплый, умеренно и недостаточно влажный. Среднегодовая сумма атмосферных осадков 350-550 мм, КУ 0,15-0,35 [57].

В физико-географическом отношении Челябинская обл. располагается в двух совершенно различных странах: горной Уральской и низменной Западно-Сибирской.

Древняя горная страна Урал относится к рангу низкогорных

хребтов. Рельеф постепенно снижается на юг и превращается в увалисто-холмистый. Характерна меридиональная зональность рельефа на восток. Выделяют зоны плоских приподнятых возвышенностей Предуралья, западных низких предгорий, западных высоких предгорий, осевую водораздельную зону Урала, зоны восточных предгорий, Зауральского пенеплена, Западно-Сибирской низменности. Почвы горные, светло-серые, серые и темно-серые лесные, черноземы выщелоченные и обыкновенные, лугово-черноземные, луговые, лугово-болотные, болотные, аллювиальные, солоди засоленные.

Леса области на значительных площадях истреблены в конце XIX и начале XX вв. Леса приурочены к горнолесной зоне и равнинной зауральской лесостепи. Основная часть сельскохозяйственных земель остается нелесозащищенной. Агролесомелиоративный фонд сельскохозяйственных земель области составляет 4,432 млн га, в т. ч. пашни 2,933, сенокосов 0,343, пастбищ 1,153, оврагов 0,001 и песков 0,002 млн га. В области имеется 11,8 тыс. га ЗЛН. Большинство из них находятся в расстроенном состоянии и слабо выполняют мелиоративные функции.

Согласно Федеральной программе развития агролесомелиоративных работ в России [66], рассчитанной до 2025 г., планируется создание 1720 га ЗЛН, т. е. увеличение защитной лесистости территории в 1,5 раза. В дальнейшем площадь ЗЛН возрастает еще в 2 раза (табл. 81). Очевидно, что планируемый преимущественно узкополосный тип насаждений из быстрорастущих лиственных пород, улучшенная технология ухода за почвой и посадками позволят добиться большего мелиоративного эффекта.

Таблица 81

Площадь лесомелиорированных земель Челябинской обл., тыс. га

АЛМР	Площадь АЛМР	Площадь почв под ЗЛН	Площадь почв под сельхозугодьями
I – Горнолесной	252,9	0,103 0,256	0,309 1,024
II – Северный лесостепной	1203,5	0,328 0,813	1,312 3,659
III – Южный лесостепной	1401,7	1,969 4,881	7,876 21,965
IV – Степной	2268,2	9,400 23,050	32,900 69,150
Итого	5126,3	11,800 29,000	42,397 95,798

Здесь и в табл. 82-85 числитель – 1995 г., знаменатель – 2025 г.

Запасы лесной подстилки под ЗЛН увеличиваются с юга на север в основном вместе с ростом устойчивости, продуктивности насаждений и увеличением доли хвойных пород, под которыми они достигают 20 т/га и более (табл. 82).

Таблица 82

Запасы лесной подстилки и содержание в ней питательных элементов

АЛМР	Запасы лесной подстилки, т/га	Содержание питательных элементов, кг/га		
		N	P_2O_5	K_2O
I	12,5 11,5	155,9 126,4	25,3 23,3	68,1 62,7
II	11,8 11,0	124,3 115,9	30,8 28,7	50,8 47,4
III	10,5 9,5	110,6 100,5	27,4 24,9	45,2 41,1
IV	8,0 7,0	95,9 86,1	18,7 16,8	55,9 50,2
Среднее	8,6 7,6	99,7 89,7	20,6 18,6	54,0 48,7

Лесная подстилка особенно богата азотом и фосфором. Содержание питательных элементов в ней увеличивается с продвижением на север и с увеличением площадей лесопосадок. Ожидается значительное возрастание мортмассы и запасов элементов питания в АЛЛ, где лесистость повышается.

Аккумуляция гумуса и биофильных элементов в почвах под ЗЛН довольно высокая (табл. 83). Прибавки веществ наибольшие в почвах степной зоны, где проявляется дефляция почвы и относительно более высокий возраст лесонасаждений. Довольно большие они и в почвах южной лесостепной подзоны, где в восточных районах области также отмечается дефляция почвы, а в западных предгорных районах и ее поверхностный смыв.

Следует отметить и активную биоаккумуляцию гумуса в почвах южных районов, преимущественно безлесных, где мелиоративная роль древесной растительности выше, чем у травянистой. В горнолесной зоне смена естественной древесной растительности на искусственную не меняет биологический фактор почвообразования. Прибавки гумуса в почвах этой зоны связаны в основном с заменой хвойных пород лиственными, кустарниками, внедрением травянистой растительности, задержанием продуктов смыва и дефляции почв. Подобное гумусное состояние характерно и для почв всех АЛМР южнотаежно-лесной зоны.

Таблица 83

Аккумуляция гумуса и биофильных элементов в лесомелиорированных почвах Челябинской обл.

АЛМР	Прибавка вещества в почве в слое 0-100 см, т/га							
	ЗЛН				сельхозугодья			
	гумус	N	P_2O_5	K_2O	гумус	N	P_2O_5	K_2O
I	6,48 7,06	0,339 0,353	0,065 0,076	0,170 0,175	0,95 1,01	0,048 0,050	0,009 0,011	0,024 0,029
II	20,55 18,28	1,028 0,920	0,381 0,326	0,865 0,805	5,89 5,38	0,294 0,268	0,131 0,122	1,076 0,990
III	26,72 23,76	1,337 1,190	0,495 0,424	1,254 1,177	8,23 7,53	0,411 0,375	1,184 0,171	1,507 1,397
IV	33,30 24,62	1,786 1,178	0,331 0,248	1,423 1,094	7,98 5,37	0,450 0,303	0,195 0,159	1,665 1,076
Итого	31,61 24,14	1,677 1,165	0,357 0,278	1,371 1,095	7,91 5,82	0,435 0,315	0,190 0,159	1,605 1,135

Аккумуляция гумуса и биофильных элементов в лесомелиорированных почвах под сельскохозяйственными угодьями в 4-7 раз слабее, чем под лесонасаждениями, но также довольно высока. При этом площадь таких земель в 3-5 раз больше, чем под лесонасаждениями, и валовые прибавки вещества с них могут составлять основную долю в агроландшафте.

Наряду с уменьшением прибавок веществ во всех лесомелиорированных почвах к 2025 г. прогнозируется увеличение их валового прихода и дальнейший рост вместе с ростом лесонасаждений.

Представленная экологическая оценка аккумулятивной роли ЗЛН в мелиорации Челябинской обл. наглядно демонстрируется и в обобщенных показателях энергетической эффективности (табл. 84). Основная доля (80%) в аккумуляции энергии лесомелиорированных почв принадлежит гумусу как наиболее энергоемкой их части. Расчет производится по энергии, аккумулированной углеродом почвенного гумуса.

Вторым по значению фактором плодородия почв является почвенный азот, аккумулированная энергия в котором в 5,5 раза меньше, чем в гумусе.

В почвах ЗЛН энергоемкостью обладает и лесная подстилка (20-36 ГДж/га). Ее энергоемкость учитывалась по четырем элементам-накопителям: углероду, азоту, фосфору и калию. Наиболее энергоемкими оказались лесные подстилки горнолесной зоны и наименьшими – степной зоны.

Таблица 84

Энергетическая эффективность лесомелиорированных почв Челябинской обл.

АЛМР	Суммарный эффект энергонакопления в почвах экосистем, ТДж/га		
	ЗЛН	аграрный БГЦ	АЛЛ
I	216,653 227,087	25,910 27,995	0,120 0,343
II	607,365 542,254	171,836 156,998	0,358 0,844
III	776,629 690,587	240,161 219,829	2,440 4,437
IV	961,031 702,138	239,236 160,986	7,453 12,043
Итого	913,875 691,364	235,760 172,888	4,053 7,142
Всего	10,784 20,050	9,996 16,562	20,780 36,612

Заметно меньше энергии аккумулировалось в калии и фосфоре. Представляет интерес энергонакопление и во многих других элементах питания растений, что остается еще неизученным.

Стоимость прибавок азота в почвах была примерно в 2,5 раза меньше, чем гумуса. Значительно меньше была стоимость прибавок фосфора и калия. В почвах ЗЛН определенную долю экономического эффекта составила стоимость подстилки, особенно в горнолесной зоне, где она была выше суммарной стоимости прибавок фосфора и калия.

Суммарный экономический эффект от мелиорации почв в ЗЛН Челябинской обл. равен 511,581 млн руб., или 43349 руб./га на всей площади угодий (табл. 85). Планируется повышение экономического эффекта в 2025 г. до 946,877 млн руб. Основную долю в агролесомелиоративном доходе от плодородия почв составили прибавки по степной зоне, где наибольшие площади ЗЛН, и наименьшую – по горнолесной зоне.

Суммарный экономический эффект от мелиорации почв в лесозащищенных аграрных БГЦ в 2,5-8 раз меньше, чем в ЗЛН, но вследствие большей их площади валовой доход был выше. В среднем по области в 1995 г. он составил 621,430 млн руб. или 14659 руб./га, а в 2025 г., согласно Программе [66], должен составить 1033,667 млн руб., или 10790 руб./га. Вместе с тем, из-за низкой защитной лесистости в области общий агролесомелиора-

тивный доход от повышения плодородия почв в 1995 г. относительно небольшой – 1133,011 млн руб., особенно он мал в горно-лесной зоне и северной лесостепной подзоне. К 2025 г. планируется увеличение его в 1,8 раза.

Таблица 85

Суммарный экономический эффект от агролесомелиорации почв Челябинской обл.

АЛМР	Суммарный экономический эффект					
	ЗЛН		аграрный БГЦ		АЛЛ	
	руб./га	млн руб.	руб./га	млн руб.	руб./га	млн руб.
I	9674 10223	0,996 2,617	1187 1292	0,367 1,323	5 16	1,363 3,940
II	29813 26626	9,779 21,647	10346 9483	13,574 34,698	19 47	23,353 56,345
III	38238 34056	75,287 166,227	14473 13302	113,989 292,178	135 327	189,276 458,405
IV	45268 32815	425,519 756.386	1500 10202	493,500 705,468	405 644	919,019 1461,854
Среднее	43349 32646		14659 10790		221 386	
Итого		511,581 946,877		621,430 1033,667		1133,011 1980,544

Таким образом, изучение аккумулятивной роли ЗЛН в повышении плодородия почв Челябинской обл. свидетельствует о значительных прибавках гумуса, валовых форм азота, фосфора и калия в лесомелиорированных почвах, о формировании резерва питательных элементов в лесных подстилках. Прибавки веществ в почве обеспечили высокий энергоэкономический эффект. Эффективность лесомелиорации почв может быть еще более высокой после выполнения программы агролесомелиоративных работ к 2025 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Многолетними исследованиями лаборатории почвоведения ВНИАЛМИ обобщены материалы мелиоративного влияния ЗЛН в АЛЛ лесостепной, степной, сухостепной, полупустынной и пустынной зон Восточно-Европейской равнины, юга Западной Сибири и Урала, в производственных и научных пунктах географической опытной сети ВНИАЛМИ во второй половине XX в.

Цель работы – экологическая, энергетическая и экономическая оценка плодородия лесомелиорированных почв, биогеоценотического горизонта лесных подстилок, основных показателей плодородия: гумуса и биофильных элементов. Для выполнения работы разработана методика полевых исследований, методика изучения и определения показателей плодородия почв [39]. По представленной методике исследования выполнены в 25 АЛМР страны. Они явились основой для оценки аккумуляции веществ в почве АЛМР, а затем и природных зон России.

С учетом первой очереди планируемых посадок ЗЛН к 2025 г., разработанных "Федеральной программой агролесомелиоративных работ в России" [66], рассчитан прогноз изменения площадей лесомелиорированных почв по природным зонам.

На момент последнего учета ЗЛН в 1995 г. объемы аккумуляции гумуса в слое 0-100 см в РФ равны 200,7 т, валового азота – 10,1, фосфора – 4,6, калия – 32,1 т [37]. Суммарный экономический эффект от агролесомелиорации почв РФ равен 304612,02 млн руб.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агролесоландшафты: проблемы, свойства, управление и оценка / Под ред. Е. С. Павловского // Сб. науч. тр. – Волгоград: ВНИАЛМИ, 1995. – Вып. 1(106). – 257 с.

2. Агролесомелиорация. 5-е изд. перераб. и доп. / Под ред. А. Л. Иванова, К. Н. Кулика. – Волгоград: ВНИАЛМИ, 2006. – 146 с.

3. Агролесомелиорация и плодородие почв / Под ред. Е. С. Павловского. – М.: Агропромиздат, 1991. – 288 с.

4. Адерихин П. Г., Богатырева 3. С. Воздействие защитных лесных насаждений на содержание и состав органического вещества обыкновенных черноземов Каменной Степи // Почвоведение. – 1974. – № 5. – С. 43-53.

5. Аринушкина Е. В. Химический анализ почв и грунтов: учеб. пособие. – М.: МГУ, 1962. – 239 с.

6. Базыкина Г. С., Титова Н. А. Изменение органического вещества почв солонцового комплекса Северного Прикаспия под влиянием лесомелиорации // Почвоведение. – 1993. – № 1. – С. 19-26.

7. Белая О. П., Золотарев С. О. Качественный состав гумуса в серых почвах под лесом и сельскохозяйственной культурой: тр. молодых ученых Укр. с.-х. академии. – Киев, 1962. – Вып. 7.

8. Биогеоценотические основы освоения полупустыни Северного Прикаспия / Отв. ред. А. А. Роде. – М.: Наука, 1974. – 360 с.

9. Вадюнина А. Ф., Корчагина 3. А. Методы определения физических свойств почв и грунтов. – М.: Высшая школа, 1961. – 344 с.

10. Васильев Н. В., Филиппова Н. В. Справочник по органическим удобрениям. – М.: Росагропромиздат, 1985. – 256 с.

11. Вершинин П. В., Ревут Н. В. Структура и физические условия в почвах Каменной Степи // Тр. по агрономической физике. – 1953 – № 6. – С. 12-15.

12. Господарская Н. Д., Ерусалимский В. Н. Почвообразующее влияние широких лесополос в сухой степи // Почвоведение. – 1980. – № 11. – С. 109-116.

13. Гусельникова В. Г., Литвинова В. А., Козлова В. А. Когда исчезает гумус // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 1986. – № 3. – С. 18-19.

14. Докучаев В. В. Избранные сочинения. – М.: Сельхозгиз, 1954. – 708 с.

15. Долгилевич М. Н. Пыльные бури и агролесомелиоративные мероприятия. – М.: Колос, 1978. – 159 с.

16. Долгилевич М. Н., Васильев Ю. И., Сажин А. Н. Влияние лесных полос и ветровая эрозия. – М.: Лесн. пром-ть, 1981. – 160 с.

17. Зайченко К. И. Влияние защитных лесонасаждений на плодоро-

дие смытых почв // Агролесомелиорация и плодородие почв. – Волгоград: ВНИАЛМИ, 1991. – С. 163-212.

18. Захаров В. В., Кретинин В. М. Агролесомелиоративное земледелие. – Волгоград: ВНИАЛМИ, 2005. – 218 с.

19. Земляницкий Л. Т. О методике и качестве исследований по влиянию леса на почву // Почвоведение. – 1938. – № 9. – С. 18-19.

20. Зыков И. Г., Зайченко К. И. Гумусонакопление при фитомелиорации серых лесных смытых почв Центральной лесостепи // Вестн. с.-х. науки. – 1987. – № 7. – С. 130-153.

21. Кирин Ф. Я. Природа Челябинской области. – Челябинск: Юж.-Урал. кн. изд-во, 1964. – 244 с.

22. Ковда В. А. Основы учения о почвах: В 2-х кн. – Кн. 1. – М.: Наука, 1973. – 448 с.

23. Козменко А. С. Основы противоэрозионной мелиорации. – М.: Сельхозгиз, 1954. – 424 с.

24. Кретинин В. М. Влияние лесных полос на почвы светло-каштановой подзоны // Почвоведение. – 1967. – № 12. – С. 124-132.

25. Кретинин В. М. Влияние полезащитных лесных полос на светло-серую лесную почву Правобережья Оки // Экологическая и экономическая роль защитных лесных насаждений в лесоаграрном степном ландшафте: сб. науч. тр. – Волгоград: ВНИАЛМИ, 1985. – С. 26-36.

26. Кретинин В. М. Мелиорация почв под полезащитными лесными полосами в сухостепном Заволжье // Вопросы лесной биогеоценологии, экологии и охраны природы в степной зоне: межвуз. сб. / Отв. ред Д. П. Мозговой. – Куйбышев: КГУ, 1985. – С. 118-127.

27. Кретинин В. М. Мониторинг плодородия почв лесоаграрного ландшафта Среднерусской равнины // Вестн. с.-х. науки. – 1991. – № 6. – С. 45-49.

28. Кретинин В. М. Агролесомелиорация почв Волгоградской обл. // Почвенно-экологические проблемы в степном земледелии / Отв. ред. И. В. Иванов, А. М. Гаврилов. – Пущино: ПНЦ РАН, 1992. – С. 104-108.

29. Кретинин В. М. Мониторинг плодородия почв лесоаграрных ландшафтов лесостепной зоны // Докл. ВАСХНИЛ. – 1992. – № 3. – С. 16-20.

30. Кретинин В. М. Изменение свойств почв в приствольной зоне деревьев в полезащитных лесных полосах // Почвоведение. – 1993. – № 3. – С. 94-99.

31. Кретинин В. М. Мониторинг плодородия почв в Богдинском лесоаграрном оазисе Прикаспия // Агроэкологические проблемы рационального природопользования и социально-экономическое развитие Прикаспия: материалы науч.-практ. конф., Астрахань, 13-15 окт. 1993 г. – Волгоград: ВНИАЛМИ, 1994. – С. 222-228.

32. Кретинин В. М. Лесомелиорация почв в агроландшафте Новосильского опытного хозяйства // Фитомелиорация Нечерноземья: сб. науч. тр. – Волгоград: ВНИАЛМИ, 1996. – Вып. 1(107). – С. 47-56.

33. Кретинин В. М. Мониторинг плодородия лесомелиорирован-

ных почв Джаныбекского стационара // Почвоведение. – 1996. – № 12. – С. 1502-1507.

34. Кретинин В. М. Почвоулучшающая роль защитных лесных насаждений в семиаридных и аридных регионах Северного Кавказа и юго-востока ЕТР // Теория и практика лесомелиорации и лесоаграрного освоения аридных территорий: сб. науч. тр. – Волгоград: ВНИАЛМИ, 2001. – Вып. 1(109). – С. 91-98.

35. Кретинин В. М. Эколого-энергоэкономическая оценка агролесомелиорации почв Республики Калмыкии // Вестник института. – Элиста: Калмыцкий институт социально-экономических и правовых исследований. – 2002. – С. 52-56.

36. Кретинин В. М. Эколого-энергоэкономическая оценка агролесомелиорации почв Волгоградской области // Стрежень. – Волгоград: ВолГУ, 2003. – Т. 3. – С. 52-55.

37. Кретинин В. М. Влияние лесомелиорации на аккумуляцию гумуса и биофильных элементов в почвах различных природных зон России. – Почвоведение. – 2004. – № 6. – С. 745-751.

38. Кретинин В. М. Почвенно-мелиоративная роль защитных лесных насаждений в Среднем Поволжье // Защитное лесоразведение в Среднем Поволжье. – Волгоград: ВНИАЛМИ, 2005. – С. 31-38.

39. Кретинин В. М. Методика эколого-энергоэкономической оценки аккумуляции веществ в растениях и почвах агролесоландшафтов. – М.: РАСХН, 2006. – 24 с.

40. Кретинин В. М. Агролесомелиорация почв. – Волгоград: ВНИАЛМИ, 2009. – 230 с.

41. Кретинин В. М. Перенос, круговорот и баланс вещества в агролесоландшафте по природным зонам РФ. – Волгоград: ВНИАЛМИ, 2013. – 152 с.

42. Кретинин В. М., Илясов Ю. И., Иванков Е. И. // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 1988. – № 4. – С. 8-13.

43. Кретинин В. М., Кондрашов Б. В. Влияние полезащитных лесных насаждений на содержание гумуса, азота и фосфора в почвах Окско-Донской равнины // Докл. ВАСХНИЛ. – 1987. – № 8. – С. 19-21.

44. Кретинин В. М., Кондрашов Б. В., Верченов А. В. Мелиоративное влияние лесонасаждений на почву гидрографической сети Окско-Донской провинции // Агролесоландшафты: проблемы, свойства, управление и оценка: сб. науч. тр. – Вып. 1(106). – Волгоград: ВНИАЛМИ, 1995. – С. 126-133.

45. Кретинин В. М., Леонов В. В. Влияние лесных полос на свойства и плодородие почв в Алтайском крае // Защитное лесоразведение в Алтайском крае: сб. науч. тр. – Барнаул: Алтайский НИИСХ, 1978. – С. 54-63.

46. Кретинин В. М., Леонов В. В. Изменение степных почв Алтая под влиянием лесных полос // Почвоведение. – 1978. – № 10. – С. 100-108.

47. Кретинин В. М., Литвинов Е. А. Мелиоративное влияние полезащитных лесных полос на почвы Ергеней // Почвоведение. – 2001. – № 8. – С. 992-1000.

48. Кретинин В. М., Ломакин А. Г., Степанов А. М. Эколого-энерго-

экономическая оценка аккумулятивной роли полезащитных лесных полос на орошаемых землях пустынной зоны России // Стрежень. – 2008. – № 6. – С. 52-55.

49. Кулакова Н. Ю., Соколова Т. А., Лаврова В. А. Влияние искусственных лесных биогеоценозов на доступность растениям азота в черноземных почвах больших падин полупустынной зоны Северного Прикаспия // Лесоведение. – 1995. – № 3. – С. 44-49.

50. Кулик К. Н., Петров В. И., Кретинин В. М. Роль леса и лесных насаждений в балансе углерода на малолесных и безлесных территориях аридного пояса России // Эколого-мелиоративные аспекты научно-производственного обеспечения АПК. – М., 2005. – С. 22-27.

51. Лазарев М. М. Влияние лесных полос в степях Западной Сибири // Вестн. с.-х. науки. – 1968. – № 10. – С. 89-94.

52. Методика ресурсно-экономической оценки эффективности земледелия на биоэнергетической основе / В. М. Володин [и др.]. – Курск, 1999. – 46 с.

53. Методика системных исследований лесоаграрных ландшафтов / Под общ. ред. Е. С. Павловского, М. И. Долгилевича. – М.:ВАСХНИЛ, 1985. – 112 с.

54. Методические указания расчета баланса гумуса почв при разработке проекта внутрихозяйственного землеустройства. – М., 1989. – 25 с.

55. Павловский Е. С. Выращивание защитных насаждений в Каменной Степи. – М.: Лесн. пром-ть, 1965. – 170 с.

56. Повышение продуктивности полупустынных земель Северного Прикаспия / И. Н. Оловянникова [и др.]. – М.: Наука, 1989. – 197 с.

57. Почвы Челябинской области и их агролесомелиорация / В. М. Кретинин [и др.]. – Челябинск: Челябинский НИИСХ, ВНИАЛМИ, 2010. – 273 с.

58. Принципы организации и методы стационарного изучения почв / Под ред. А. А. Роде. – М.: Наука, 1976. – 416 с.

59. Рекомендации по адаптивному, неистощительному и экологическому природопользованию в агролесоландшафтах. – Волгоград: ВНИАЛМИ, 2000. – 62 с.

60. Ржезникова Н. Ю., Быков А. В., Линдеман Г. В. Зоогенный перенос азота в искусственные лесные насаждения и его перераспределение по почвенному профилю // Почвоведение. – 1992. – № 9. – С. 79-81.

61. Роде А. А., Польский М. Н. Почвы Джаныбекского стационара, их морфологическое строение, механический и химический состав и физические свойства // Почвы полупустыни северо-западного Прикаспия и их мелиорация: тр. Почв. нн-та им. В. В. Докучаева. – М.: АН СССР, 1961. – Т. 56. – С. 3-214.

62. Рулев А. С. Ландшафтно-географический подход в агролесомелиорации. – Волгоград: ВНИАЛМИ, 2007. – 160 с.

63. Ташнинова Л. Н. Повышение плодородия почв под зелеными зонтами // Бюл. ВНИАЛМИ, 1976. – Вып. 3(22). – С. 37-40.

64. Ташнинова Л. Н. Красная книга почв и экосистем Калмыкии. –

Элиста: Джантар, 2000. – 212 с.

65. Тумин Г. М. Влияние лесных полос в Каменной Степи. – Воронеж: Коммуна, 1930. – 40 с.

66. Федеральная программа развития агролесомелиоративных работ в России. – Волгоград: ВНИАЛМИ, 1995. – 245 с.

67. Шумарин Н. А. Рост, состояние и мелиоративная роль полезащитных лесных полос на юге Центральной зоны РСФСР: автореф. дисс. …к. с.-х. н. – Волгоград: ВНИАЛМИ. – 1980. – 26 с.

68. Энциклопедия агролесомелиорации / Сост. и гл. ред. Е. С. Павловский. – Волгоград: ВНИАЛМИ, 2004. – 676 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение…….. 3
1. Методология исследований плодородия агролесомелиорированных почв…… 5
2. Методика изучения и определения свойств почв агролесоландшафтов……. 10
2.1. Экологическая оценка плодородия почв…… 12
2.2. Энергетическая оценка плодородия почв…… 13
2.3. Экономическая оценка плодородия почв…… 14
3. Плодородие лесомелиорированных почв лесостепной зоны…. 15
3.1. ФГУП ОПХ "Новосильское" Мценского р-на Орловской обл. 17
3.2. Бывший колхоз "Россия" Рыбновского р-на Рязанской обл. 24
3.3. Бывший колхоз им. Коминтерна Мичуринского р-на Тамбовской обл…… 30
3.4. Лесничество "Лысогорское" Тамбовского р-на Тамбовской обл. 32
3.5. Бывший колхоз "Сибирь" Краснозерского р-на Новосибирской обл…… 35
4. Плодородие лесомелиорированных почв степной зоны……. 38
4.1. ГНУ Каменно-Степное опытное лесничество, Государственный заказник Каменная Степь Таловского р-на Воронежской обл. 39
4.2. ФГБНУ "Поволжская АГЛОС" Дубово-Уметского р-на Самарской обл…….. 42
4.3. Тимашевский филиал Поволжской АГЛОС Кинель-Черкасского р-на Самарской обл……..…… 44
4.4. Бывший колхоз "Дёминский" Новоаннинского р-на Волгоградской обл……..…….. 45
4.5. Бывший колхоз "Победа" Каневского р-на Краснодарского края…….… 47
4.6. Бывший колхоз им. Ленина Новокубанского р-на Ставропольского края……..…….… 48
4.7. Бывший совхоз "Гигант" Сальского р-на Ростовской обл…….. 51
5. Плодородие лесомелиорированных почв сухостепной зоны… 55
5.1. ФГБНУ Клетский филиал ВНИАЛМИ Клетского р-на Волгоградской обл…… 56
5.2. Бывший колхоз "Россия" Николаевского р-на Волгоградской обл. 60
5.3. Бывший колхоз "Ленинский путь" Дубовского р-на Волгоградской обл……. 62
5.4. ФГУП "Качалинское" Иловлинского р-на Волгоградской обл. 64
5.5. ФГУП "Обливское" Обливского р-на Ростовской обл…… 65
5.6. Лесхоз "Ачикулакский" Нефтекумского р-на Ставропольского края…… 67

5.7. Бывший совхоз "Кулундинский" Кулундинского р-на Алтайского края……..…… 73
6. Плодородие лесомелиорированных почв полупустынной зоны 80
6.1. ФГУП "Волгоградское", г. Волгоград.……. 80
6.2. Заветинский опорный пункт ВНИАЛМИ Заветинского р-на Ростовской обл……. 82
6.3. Джаныбекский стационар Института лесоведения РАН…… 83
7. Плодородие лесомелиорированных почв пустынной зоны…. 92
7.1. Богдинская НИАГЛОС Харабалинского р-на Астраханской обл. 92
7.2. Степное отделение Богдинской НИАГЛОС Харабалинского р-на Астраханской обл……...…… 96
7.3. Бывший колхоз "Родина" Харабалинского р-на Астраханской обл…… 99
8. Плодородие лесомелиорированных почв в полизональных субъектах РФ……. 101
8.1. Республика Калмыкия…...…… 101
8.2. Волгоградская область.…….. 105
8.3. Челябинская область…….....…….. 109
Заключение…….. 115
Литература…….. 116

В. М. Кретинин

**ПЛОДОРОДИЕ ЛЕСОМЕЛИОРИРОВАННЫХ ПОЧВ
В ОПЫТНОЙ СЕТИ ВНИАЛМИ
ВО ВТОРОЙ ПОЛОВИНЕ XX ВЕКА**

Редактор **Т. Е. Крохта**
Компьютерная верстка **В. Г. Гирявенко**
Ответственный за выпуск **С. А. Корпушов**

Подписано в печать 05.04.17. Объем 7,0 уч.-изд. л.
Тираж 500 экз. (первый завод 75 экз.). Заказ 4.

400062 Волгоград, Университетский проспект, 97.
Копировально-множительное бюро ФНЦ агроэкологии РАН