

Ю. И. Васильев, К. Н. Кулик, Н. Н. Овечко, С. Ю. Турко

МОНОГРАФИЯ

**МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ КОМПЬЮТЕРНОГО
ПРОЕКТИРОВАНИЯ И МНОГОКОМПОНЕНТНОЙ
ОЦЕНКИ РОЛИ ЛЕСОМЕЛИОРАЦИИ
В КОМПЛЕКСЕ С АГРОТЕХНИЧЕСКИМИ
ПРИЕМАМИ БОРЬБЫ С ДЕФЛЯЦИЕЙ**

Волгоград*ФНЦ агроэкологии РАН*2020

УДК:631.93:631.617

Методические основы компьютерного проектирования и многокомпонентной оценки роли лесомелиорации в комплексе с агротехническими приемами борьбы с дефляцией (монография) / Ю. И. Васильев [и др.]. – Волгоград: ФНЦ агроэкологии РАН, 2020. – 136 с.

Методические основы компьютерного проектирования и многокомпонентной оценки роли лесомелиорации в комплексе с агротехническими приемами борьбы с дефляцией разработали: д. с.-х. н., заслуженный деятель науки Российской Федерации Ю. И. Васильев, д. с.-х. н., заслуженный деятель науки Российской Федерации, академик РАН К. Н. Кулик, инженер-программист Н. Н. Овечко, к. с.-х. н. С. Ю. Турко.

Разработка может быть использована как в научных, так и в практических целях, научно-исследовательскими и проектными организациями агролесомелиоративного и землеустроительного направления, а также агрометеорологами, почвоведомы, экологами и специалистами смежных дисциплин, работающими по природоохранной и ресурсосберегающей тематике. Разработка может быть полезной при оценке различных альтернатив природоохранных мероприятий, принимаемых государственными органами и частными землевладельцами в районах активного проявления дефляции, а также при прогнозе последствий принимаемых решений.

Рецензент – **А. Н. Салугин**, доктор сельскохозяйственных наук.

ISBN 978-5-6044587-2-3

© ФНЦ агроэкологии РАН, 2020

© Васильев Ю. И., Кулик К. Н., Овечко Н. Н., Турко С. Ю., 2020

ВВЕДЕНИЕ

Задача защиты почв от ветровой эрозии (дефляции) достаточно сложная. Она должна учитывать климатические и почвенные особенности территории, принятую систему земледелия и другие факторы, иначе говоря, учитывать территориальные особенности и факторы дефляции. Кроме этого, она привязывается к интенсивности развития процесса выдувания почв, связанной со скоростным режимом ветра и продолжительностью явления. Понятно, легче бороться с отмеченными явлениями при более низких энергетических возможностях ветра. В этом случае можно ограничиваться лишь одними агротехническими мерами защиты почвы от дефляции. Одним словом при почвозащитных проблемах важен вопрос поставленных задач. Если стоит вопрос о средствах защиты почвы от дефляции, то нужно рассматривать весь комплекс средств защиты почвы от выдувания (агротехнические и лесомелиоративные), а если вопрос стоит только о роли лесомелиорации в защите почвы от дефляции и ее эффективности вообще в сельском хозяйстве, то нужно оценивать все эффекты, возникающие при лесной мелиорации (положительные и отрицательные). Причем основой должен быть вариант, когда почвенная поверхность оказывается незащищенной растительным экраном. Иначе говоря, должна выделяться лишь лесная составляющая и связанные с ней эффекты (положительные – защита почв от дефляции, прибавка урожайности сельхозкультур, уменьшение рисков, социальная составляющая, и отрицательные – затраты на создание и раскорчевку древостоя, уменьшение производительности техники в условиях ограниченного пространства). Именно в таком плане представляется данная работа, которая подробно излагается ниже.

1. АГРОТЕХНИЧЕСКИЕ И ЛЕСОМЕЛИОРАТИВНЫЕ ПРИЕМЫ ЗАЩИТЫ ПОЧВЫ ОТ ДЕФЛЯЦИИ

В основу защиты почвы от ветровой эрозии нами положен так называемый эколого-ландшафтно-адаптивный принцип (подход). Он ставит своей целью стабилизацию структурно-функциональных свойств ландшафта (иерархии организации его подсистем и процессов энергомассопереноса) путем адаптации (приспособления) хозяйственной деятельности, в т. ч. и в земледелии (структуры посевных площадей севооборотов, технологии выращивания сельскохозяйственных растений, их требовательности к условиям среды обитания и т. п.). Тем самым обеспечивается максимальное приближение агроландшафтов к гомеостазу, характерному для естественных (девственных в доскотоводческую и доземледельческую эпоху) ландшафтов [10]).

Изложенные идеи и подходы послужили основой научно-технической разработки агрономических, организационно-хозяйственных и агролесомелиоративных, почвозащитных систем адаптивно-ландшафтного обустройства сельскохозяйственных земель. Что же касается, адаптивных технологий защиты почвы от ветровой эрозии, то они заключаются в учете целого комплекса мероприятий социально-экономического, физико-географического, природно-климатического, организационно хозяйственного, агрономического, лесомелиоративного плана.

Противодефляционная организация территории. Она состоит в научно обоснованном размещении сельскохозяйственных угодий и различного рода сооружений, препятствующих развитию дефляции почв. Включает: проектирование сельскохозяй-

ственных угодий (полей, сенокосов, выгонов и др.) на территории землепользования с учетом природно-климатических условий развития дефляции, разбивку полей севооборотов, минимизацию полей под пропашными культурами, проведение границ полей с привязкой к особенностям рельефа, обоснование наиболее целесообразной специализации хозяйства с учетом ветроэрозионной опасности. Тщательно учитывая природно-климатические условия, разрабатываются типы севооборотов, технологии возделывания сельскохозяйственных культур, размещение лесных насаждений, планируются дороги, скотопрогоны и другие линейные элементы организации территории.

Почвозащитный комплекс для полупустыни с большой и умеренной потенциальной опасностью проявления дефляции при зерноживотноводческом типе хозяйствования, предусматривает введение 4-польных зернопаровых севооборотов с полосным прямоугольным размещением чистого пара и посевов озимой пшеницы поперек к направлению ветра. Ширина полос от 50 до 100 м в зависимости от интенсивности развития ветровой эрозии. Посадка лесных полос через 200-250 м. Предусматривается введение сенокосопастбищного оборота, закладка лесополос, устройство лесных насаждений вокруг населенных пунктов, полевых станов, животноводческих помещений.

Для районов сухой степи, где дефляция проявляется в средней и сильной степени при зерноживотноводческом типе хозяйствования с успехом могут использоваться 5-польные зерновые севообороты с прямолинейным полосным размещением чистого пара и посевов озимой пшеницы поперек ветра. Ширина полос порядка 70-100 м. На солонцовых почвах применяется полосное размещение посевов многолетних трав и озимой пшеницы. Ширина полос 100-120 м. Посадка полевых защитных лесных полос осуществляется через 300-350 м. Предусматривается устройство лесных насаждений вокруг населенных пунктов, полевых станов,

животноводческих помещений.

Для почвозащитного комплекса районов умеренно-засушливой степи при зерноживотноводческом типе хозяйствования эффективны 5-8-польные зернопропашные севообороты с занятым или чистым паром. Предусматривается введение в ветровых коридорах травополосных севооборотов и залужение многолетними травами сильно эродированных земель. Посадка полезащитных лесных полос осуществляется через 350-400 м.

На сильно дефлированных почвах хорошие результаты обеспечивают почвозащитные севообороты с высоким, до 50 %, удельным весом многолетних трав при полном исключении из ротации пропашных.

В систему агротехнических мероприятий по защите почв от дефляции входят: почвозащитные севообороты, полосное размещение сельхозкультур, создание травянистых кулис, противодефляционное мульчирование, почвозащитная бесплужная обработка земель, химические средства борьбы с дефляцией.

В целом, все агрономические противодефляционные мероприятия направлены по нескольким направлениям: на сохранение физических и химических свойств почв, на увеличение влагообеспеченности, снижение скорости ветра в припочвенной зоне, сохранение растительности и пожнивных остатков на почвенной поверхности, планирование и размещение культур, выбор агротехники возделывания сельскохозяйственных культур.

Почвозащитные севообороты. Это организационная основа мероприятий по защите почв от дефляции, базирующаяся на факте, что многолетние травы обладают значительно большими почвозащитными свойствами, чем однолетние. Максимальная густота посевов многолетних трав бывает в течение 3-4 лет. В дальнейшем почвозащитные свойства и продуктивность многолетних трав снижается. Озимые культуры также обладают высокими почвозащитными свойствами, особенно тогда когда они хорошо

развиты. Яровые культуры характеризуются кратковременностью защитного воздействия на почву. Наиболее же уязвим в дефляционном отношении чистый пар. Паровое поле нуждается в проведении на нем почвозащитных мероприятий (создания кулис и др.). Интенсивность использования многолетних трав в севооборотах в качестве почвозащитного средства зависит от ветроэрозийной опасности на конкретной территории. Опыт показывает, что на сильнодефлированных территориях наиболее эффективным является сплошное залужение на 5-8 лет. На среднедефлированных почвах большой почвозащитный эффект обеспечивают севообороты с полями многолетних трав на 40-50 % площади. На слабодефлированных и недефлированных почвах хороший эффект дает введение зернопаровых севооборотов. Недостаток таких севооборотов состоит в том, что на паровом поле возможно проявление дефляции, и особенно это может быть на супесчаных и песчаных почвах. Высокий экономический эффект на слабодефлированных почвах может быть при применении зернопропашных севооборотов. Но и здесь поля с пропашными культурами обладают потенциально высокой опасностью проявления дефляции весной и осенью, особенно при отвальной обработке зяби в сухую осень, предшествующую посеву. В малоснежные зимы здесь может проявляться зимняя дефляция. Высокими почвозащитными свойствами обладают зернопаротравяные севообороты. Однако они менее эффективны в экономическом плане.

В степных и засушливых лесостепных зонах схемы севооборотов выбирают в зависимости от потенциальной опасности проявления дефляции, климата, рельефа и специализации хозяйства.

На недефлированных и слабодефлированных почвах в хозяйствах зернового направления приоритет может быть отдан зернопаровым севооборотам, в хозяйствах зерноживотноводческого направления – зерновым и зернопропашным. На средне и сильнодефлированных почвах хороши почвозащитные севообо-

роты с высоким (40 и более) удельным весом полей многолетних трав. Для борьбы с засухой и дефляцией почв могут быть использованы кулисы, мульчирование, оставление стерни и приемы повышения влагозапасов в почве.

Полосное размещение сельскохозяйственных культур. Это мероприятие заключается в том, что на поле высевают разные культуры по полосам, имеющим определенную ширину. Почво-защитное действие такого земледелия связано с тем, что для полей подбирают культуры, имеющие разные сроки сева и созревания. В результате этого в период предпосевной обработки почвы обнаженными и незащищенными от ветра остаются лишь узкие полосы почвенного покрова. Полосы размещают поперек преобладающего направления ветра. Особенно велика роль полосного размещения культур в снижении опасности проявления дефляций на почвах легкого гранулометрического состава, на полях чистого пара и пропашных культур.

Ширина полосы чистого пара зависит от условий проявления дефляции. Можно привести следующие придержки по ширине полос: для глинистых почв – 150 м, легкосуглинистых – 100, супесчаных – 50 м. В зависимости от рельефа существует следующие корректировки (табл. 1).

Хорошим противодефляционным средством служат кулисы, иногда используемые на чистых парах и посевах яровых зерновых культур. Они на парах создаются из подсолнечника, горчицы и других высокостебельных растений. В целом, это мероприятие не только предохраняет почву от выдувания, но и способствует накоплению снега, меньшему промерзанию почвы, обеспечивает более высокую влагозарядку почвы.

Кулисы на посевах пшеницы идущей по чистому пару, создают из подсолнечника. Они способствуют накоплению снега под посев пшеницы второго года, а кулисы в посевах второго года делают то же самое для новой культуры (культуры третьего года

Таблица 1

Оптимальная ширина полос при полосном размещении зерновых культур, пара и многолетних трав в зависимости от почвенного покрова и рельефа местности

Почва	Ширина полос, м		
	на заветренных склонах	на выровненных однородных массивах	на ветроударных склонах, шинах грив и увалов
Черноземы обыкновенные, песчанисто-легкосуглинистые	125	100	75-50
Черноземы южные и темно-каштановые: песчанисто-легкосуглинистые супесчаные щебнисто-супесчаные			
	75	50	25
	100	75	50
	50	25	25
	75	50	25
Каштановые: песчанисто-легкосуглинистые супесчаные щебнисто-супесчаные			
	75	50	30
	30	20	-
	50	30	20
Лугово-черноземные и лугово-каштановые супесчаные	75-50	50-30	-

после пара). Обработку почвы на площади с кулисами проводят следующим образом. После уборки культуры, идущей после пара, поля под следующую зерновую культуру обрабатывают плоскорезами для того, чтобы на поверхности почвы осталась стерня, остающиеся стебли кулис, задерживающие снег на поле. Остатки кулис уничтожают весной, перед вторым посевом зерновой культуры, сгребая их боронами или срезая культиваторами. При посеве зерновой культуры по пару оставляют "просев", на котором затем высевают кулисные растения (подсолнечник).

Противодефляционная обработка почвы. Задача этой операции состоит прежде всего в предотвращении дефляции на полях чистого пара и пропашных культур. Чистый пар обрабатывается весной культиватором-плоскорезом на глубину 8-10 см. Это дает возможность подрезать корни многолетних и однолетних сорняков, на 85-90 % сохранить стерню и закрыть в почве влагу.

После отрастания сорняков снова обрабатывают почву плоскорезами на 10-12 см. Третью и четвертую обработку пара проводят тем же способом по мере отрастания многолетних сорняков.

Обработка почв под зерновые культуры в районах, подверженных дефляции, имеет свои особенности. Осенью ее осуществляют без оборота пласта плоскорезами и луцильниками. Предпосевная обработка выполняется (также без оборота пласта) дисковыми луцильниками с последующим прикатыванием. Посев осуществляется сеялками – луцильниками (ЛДС-4А) или другими аналогичными орудиями (например СЗС-9) позволяющими сохранить максимум стерни на поверхности почвы.

Важно также правильно выбрать срок сева, учитывая погодные условия, срок наступления спелости почвы. Проводить его нужно в возможно более короткие сроки. Для осеннего и ранневесеннего закрытия почвенной влаги и провокации всходов сорняков хорошо использовать игольчатые бороны (например БИГ-3).

Хороший эффект по сохранению влаги в почве и предохранению почвы от выдувания дает мульчирование. Для мульчирования солому разбрасывают равномерно по поверхности поля (полезна и аргентинская система).

Химические методы защиты почв от дефляции. В качестве препарата используют смолу, латексы (например СКС-65-ГП, которые вносят из расчета 20-60кг/га). Применение смол и других веществ способствует повышению прочности почвенных комочков и тем самым повышает устойчивость почв к выдуванию. Следует отметить и то, что и все агрохимические мероприятия, способствующие увеличению биомассы и урожайности растений, обеспечивают повышение устойчивости почв к выдуванию. Во-первых, это обуславливает увеличение биомассы и способствует более интенсивному развитию растений, защищающей почву от выдувания, а во-вторых, за счет большей оструктуренности почва становится более устойчивой к выдуванию ветром.

Почвозащитная бесплужная система, земледелия. Важнейшим приемом защиты почвы от дефляции является бесплужное почвозащитное земледелие. Оно представляет собой обработку почвы без оборота пласта с оставлением на поверхности почвы мульчи из растительных остатков и стерни.

Для бесплужной обработки почвы используют легкие широкозахватные, высокопроизводительные машины и орудия, позволяющие значительно повысить производительность труда, снизить удельные нагрузки на почву.

К приемам бесплужной обработки почв относят: плоскорезную обработку, поверхностную обработку, обработку почвы комбинированными агрегатами, чизельную обработку, щелевание, фрезерование, кротование, нулевую обработку и минимальную обработку.

Плоскорезная обработка. Это обработка почвы без оборота пласта культиваторами-плоскорезами и плоскорезами - глубокорыхлителями на глубину от 8-10 см до 27-30 см. Особенностью такой обработки является то, что на поверхности почвы остается стерня и другие растительные остатки. Ее применяют в условиях засушливого климата.

Поверхностная обработка. Это обработка на глубину 10-12 см дисковыми орудиями на полях, идущих под озимые культуры после непаровых предшественников. Применяют, как в зоне недостаточного, так и в зоне неустойчивого увлажнения.

Обработка почвы комбинированными агрегатами. Эта обработка осуществляется на малую глубину (до 6-10 см) под озимые и яровые культуры. После непаровых предшественников она позволяет за один проход сразу подготовить почву к посеву.

Нулевая обработка почвы. Это воздействие на почву сеялками культиваторами и сеялками прямого посева. Применяется в засушливых зонах.

Минимальная обработка – обработка, при которой почва в течение всего года остается в ненарушенном состоянии и муль-

чирована растительными остатками. Для посева почва рыхлится узкими полосками шириной 3-5 см, в которые осуществляется высев семян. Используется в засушливых зонах.

Основные звенья почвозащитного земледелия. Почвозащитная система земледелия (бесплужная) состоит из следующих звеньев: обработки почвы, внесения удобрений, защиты растений от вредителей и болезней, применения специальных машин и орудий, введения почвозащитных севооборотов, организации семеноводства.

При определении суммарного коэффициента дефляционной опасности для севооборота можно использовать данные, приведенные ниже: коэффициент дефляционной опасности для чистого пара принят равным 1, для сахарной свеклы – 0,65, кукурузы на зерно, подсолнечника, картофеля – 0,55, яровых зерновых, однолетних трав, гороха – 0,45-0,50 кукурузы на зеленый корм, яровых зерновых с подсевом многолетних трав – 0,40, озимых зерновых – 0,30, многолетних трав 0,01-0,08.

Коэффициент дефляционной опасности при полосном размещении посевов между полосами многолетних трав составляет 0,4 при обработке почвы с сохранением стерни 0,47, при минимизации основной и предпосевной подготовки почвы – 0,4 при использовании промежуточных посевов – 0,5. Кулисы из высокостебельных культур, многолетних трав, горчицы и др. позволяют снизить коэффициент дефляционной опасности до 0,15, а залужением многолетними травами определяет коэффициент дефляционной опасности на уровне 0,08.

Используя вышеотмеченные данные, можно определить возможности агротехнических приемов в снижении выдувания почв. Для четырех- и пятипольных севооборотов таких как чистый (кулисный) пар – пшеница – пшеница – зернофуражная культура – многолетние травы. Значения коэффициентов дефляционной опасности равны 0,41-0,35. Таким образом, в таких севооборотах выдувание по сравнению открытой почвой снижается

в 2,5-3 раза. В методических указаниях по размещению полевых защитных лесных полос в районах с активной ветровой эрозией этот показатель при применении почвозащитных мероприятий лежит в пределах от 1,5 до 5 [6].

Лесомелиоративные мероприятия на землях подверженных дефляции. Универсальным средством в борьбе с ветровой эрозией и пыльными бурями являются лесные полосы. Особенно эффективны полевые защитные лесонасаждения в годы с засухами и активной ветровой деятельностью. Положительное значение полевых защитных лесных полос главным образом состоит в том, что они снижают скорость ветра и интенсивность турбулентного перемешивания. Это способствует снегозадержанию, снижению испаряемости и испарения, увеличению запасов влаги и более экономному ее расходованию, что косвенно влияет и на дефляционные процессы, снижая их активность.

Принципы и технология адаптирования параметров лесных полос к конкретным территориям и севооборотам следующие. На основе структурного состава верхнего слоя пахотных почв рассчитываются коэффициенты (K_2 , K_3), связанные с эквивалентными диаметрами эрозионных и всех агрегатов почвенных образцов отобранных на лесомелиорируемой территории. Используя данные ближайших метеорологических станций о скорости ветра, определяют величины максимальных скоростей ветра на высоте флюгера с обеспеченностью 20%. Осуществляется пересчет скоростей ветра V на уровень 10 см от поверхности почвы. Устанавливается критическая скорость ветра V_{zkr} (на том же уровне для открытой почвы) и рассчитывается эродируемость E открытой почвы по формуле (прилож. 1)

$$E = 0,1 \cdot K_2 \cdot K_3 (V_z - V_{zkr})^2. \quad (1)$$

Затем, используя данные ближайшей метеостанции о продолжительности пыльных бурь за период не менее 25 лет, находят среднемноголетнюю продолжительность пыльных бурь (t_n).

Далее рассчитываются средние многолетние годовые потери мелкозема с открытой почвы по формуле:

$$Q_c = E \cdot t_n, \quad (2)$$

Учитывая снижение потерь за счет агрономических и технологических приемов находят скорректированные годовые потери почвы от дефляции:

$$Q_{кз} = Q_c / K_{сн}, \quad (3)$$

где $K_{сн}$ – коэффициент снижения потерь почвы от дефляции за счет агрономического и технологического факторов.

Затем $Q_{кз}$ сравнивается с Q_g (допустимыми потерями почв от дефляции). Если $Q_{кз} > Q_g$, то осуществляют лесомелиорацию

На следующем этапе задается межполосное расстояние согласно инструктивных указаний. На выщелоченных и тучных черноземах оно равно 600 м, обыкновенных чернозема – 500 м, южных черноземах – 400 м, темно-каштановых почвах 350 м, светло-каштановых – 250 м. Для выбранного (согласно типа почвы) межполосного расстояния с использованием специальной компьютерной программы рассчитываются максимальные потери почвы от дефляции по годам за весь период ротации древостоя лесных полос с учетом хода роста их по высоте, изменения их ажурности и $K_{сн}$, проводится их суммирование и нахождение среднемноголетних потерь почвы от дефляции $Q_{ср}$. Затем $Q_{ср}$ сравнивается с допустимыми потерями от дефляции, равными 2-4 т/год. Если $Q_{ср} > Q_g$ межполосное расстояние уменьшается на 1Н и расчет в автоматическом режиме повторяется. Эта процедура делается до тех пор пока значения $Q_{ср}$, либо станут равными Q_g , либо окажутся меньше. Величины же межполосных расстояний соответствующие данному моменту и являются теми адаптированными, которые обеспечивают бездефицитный режим дефляции системе лесных полос.

Нормативы формирования оптимальных лесомелиоративных комплексов на пахотных землях с учетом факторов дефляции почв.

Номенклатура нормативов и подготовительные работы для

проектирования оптимальных лесомелиоративных комплексов на пашне в районах активного проявления дефляции включают:

- ассортимент главных и сопутствующих древесных пород в лесополосах;
- текущую высоту и ажурность древостоя в функции его возраста за весь период жизни лесонасаждения;
- долговечность древостоя лесных полос;
- податливость (эродируемость) почв дефляции и годовые их потери от выдувания;
- критическую скорость ветра для почв;
- параметр шероховатости и степень защищенности поверхности почв растительностью и пожнивными остатками;
- максимальную скорость ветра во время пыльных бурь с обеспеченностью 20 %;
- годовую продолжительность пыльных бурь, ч;
- годовую норму дефляции, покрываемую почвообразовательным процессом, т/га;
- господствующее направление вредоносных дефляционных ветров;
- характер севооборота и технологию возделывания сельскохозяйственных культур;
- ветрозащитную эффективность лесных полос и их систем.

Подготовительные работы [6]. В период подготовительных работ составляется плано-картографическая основа размещения лесных полос в масштабе 1 : 10000, где обозначаются границы землепользования, сельскохозяйственные угодья, поля севооборотов, дорожная сеть. Собираются почвенные, гипсометрические карты того же масштаба, картограммы уклонов поверхности территорий, материалы по ветровому режиму в дефляционноопасный период, по лесорастительным свойствам почв, инвентаризации защитных лесных насаждений, а где проведено их устройство, то и по лесоустройству, экономике защитного лесоразведения, прибавкам уро-

жая, росту главных древесных пород в сходных лесорастительных условиях, севооборотах и агротехнике. При недостаточности материалов проводятся специальные полевые изыскания с отбором почвенных образцов, установлением влажностно-термического режима и орографических особенностей лесомелиорируемой территории. Определяется также степень точности имеющегося планово-картографического материала в натуре.

Допустимый предел дефляции и эродлируемости почв. Этот норматив определяется активностью почвообразовательного процесса и по исследованиям М. Б. Бельгибаева, М. И. Долгилевича [9] он равен 3-4 т/га в год у черноземов, 2-3 т/га в год – у каштановых почв.

Эродлируемость почв. Этот норматив изменяется у различных типов и разновидностей почв в очень широком диапазоне от 0,1-0,4 до 40-60 т/га. Укрупнено, выделено 14 интервалов эродлируемости почв при скорости ветра 22 м/с на высоте 10 м (см. прилож. 1). С облегчением гранулометрического состава почвы ее эродлируемость, практически всегда, возрастает, причем это возрастание при переходе от легкосуглинистых к супесчаным и далее к песчаным почвам идет значительно интенсивнее, чем при переходе от глинистых к тяжелоеуглинистым. Почти у всех типов почв эродлированность и дефлированность оказывает усиливающее влияние на податливость почв ветру, увеличивая на 10-30 % (а иногда и больше) их эродлируемость. Снижают указанные факторы и критическую скорость ветра.

Солонцеватость же, иногда даже морфологическая, не сопровождающаяся наличием значительного количества обменного натрия, что свойственно почвам каштанового типа, наоборот, повышает ветроустойчивость почв.

Существенно зависит этот норматив от скорости ветра, причем эта связь выражена сильнее у почв более податливых дефляции.

Критическая скорость ветра. Критическая скорость ветра

для изученных почв лежит в интервале от 5,5 до 10 м/с (на высоте флюгера т. е. 10 м). Закономерность ее изменения в связке с гранулометрическим составом почв, эродированностью, дефлированностью и солонцеватостью следующая. С увеличением солонцеватости она увеличивается, с облегчением гранулометрического состава почв, повышением эродированности и дефлированности уменьшается. Критическая скорость достаточно тесно связана с эродируемостью и ее можно при необходимости находить по последней (прилож. 2).

Максимальная скорость ветра во время пыльных бурь, обеспеченностью 20 %. Значения этого норматива для районов проявления дефляции изменяются от 10-15 до 30-33 м/с. Наиболее высокие скорости ветра во время пыльных бурь, в многолетнем цикле, бывают в Краснодарском и Ставропольском краях, что связано с особенностями циркуляции атмосферы и орографическими особенностями их территорий. В Волгоградской обл. они, как правило, не превышают 15-20 м/с, в Западной Сибири варьируют от 10-15 до 20-25 м/с, в Ростовской обл. и Калмыкии – от 15-20 до 20-25 м/с. Такой значительный разброс значений рассматриваемого норматива требует осуществления не только зонального, но и интразонального принципа проектирования систем полевых защитных лесных полос (прилож. 3).

Годовая продолжительность проявления пыльных бурь. Этот норматив напрямую влияет на годовые потери почвы от дефляции. В пространственном отношении он также крайне неоднороден, что связано, с одной стороны, с указанной выше вариацией скоростного режима ветра, а с другой, неодинаковой податливостью почв дефляции и разным рельефом территории. В целом, значения этой характеристики лежат в интервале от 10 до 100 ч. Однако в нескольких районах Калмыкии, Западной Сибири и Ростовской обл. из-за нерационального землепользования они могут достигать даже 120-160 ч/год (прилож. 4).

При необходимости максимальные скорости ветра во время пыльных бурь с обеспеченностью 20 % и годовая продолжительность пыльных бурь могут быть найдены по материалам близлежащей, к осваиваемой территории, метеостанции. В расчет не берутся скорости ветра менее 8 м/с. Все климатические данные отбираются за период не менее 20-25 лет и осредняются.

Господствующее направление дефляционных ветров. Этот норматив обычно отражает наибольший суммарный процент ветров какого-то небольшого числа направлений (см. прилож. 2). Но надо иметь в виду, что это справедливо лишь в том случае, когда силовая характеристика ветров всех направлений примерно одинакова. Однако могут быть случаи, когда ветры какого-то направления с меньшей повторяемостью по энергетическим возможностям оказываются намного выше, чем ветры с большей повторяемостью направления. Проблема возникает и тогда, когда нет строго выраженного господствующего направления ветро-эрозионных ветров. Например, такая ситуация может иметь место в Западной Сибири. Критерием выбора ориентации лесных полос в этих случаях очевидно может быть индекс дефляционной вредности ветров, равный $V_j^3 t_n$, где V_j – скорость ветра с обеспеченностью 20 % по заданному румбу, м/с; t_n – время действия ветра по этому же румбу.

Проектная высота (HPR) древостоев. Этот норматив принимается равным: на выщелоченных и тучных черноземах лесостепи – 18 м; на обыкновенных черноземах степи – 16 м; на южных черноземах засушливой степи – 12 м; на каштановых почвах сухой степи – 6-8 м. Защитная высота на зональных почвах в конкретных лесорастительных условиях уточняется по данным инвентаризации существующих лесных полос, возраст которых не менее 25-30 лет, а также по опубликованным материалам.

Шероховатости поверхности полей севооборота (ZOH). Этот норматив в среднем лежит в интервале от 0,1 до 2 см и зави-

сит от хозяйственной составляющей. Например, этот норматив в паро-зерновых севооборотах с короткой ротацией и при почво-защитной обработке южных и обыкновенных черноземов достигает 2 см, каштановых почв – 1 см, В паропропашных севооборотах Нижнего Поволжья и Северного Кавказа он может быть принят в среднем равным 1 см. Для более точного его изменения по полям можно использовать приведенные данные в табл. 2, а также накопленный практикой материал.

Таблица 2

**Величина параметра шероховатости для полей,
занятых различными сельскохозяйственными культурами, см**

Агрофон	Параметр шероховатости ZОН	
	интервал изменения	среднее значение
Открытый перевиваемый песок	0,05-0,15	0,10
Озимая рожь в стадии кущения	0,60-0,80	0,70
Ровная почва, лишённая растительности	0,30-1,00	0,80
Паровое поле	0,50-2,00	1,40
Поверхность почвы после обработки различными орудиями	1,10-1,70	1,50
Скошенная трава, стерня	1,70-2,40	2,00

Размер межполосной клетки (LMP – ширина, LO – длина). Длина межполосной клетки не должна превышать 1000 м на песчаных и 2000 м на всех остальных почвах. Ширина же межполосной клетки адаптируется к конкретным местным условиям развития дефляционных процессов с таким расчетом, чтобы годовые потери почвы не превышали допустимый предел. Принципы и порядок ее определения приводятся ниже в специальном разделе. В среднем же рекомендованные ранее в инструктивных указаниях межполосные расстояния в зонах очень сильного проявления дефляции должны быть уменьшены на 36-50 %, в зонах сильного проявления ее на 23-35, среднего – на 22, слабого – на 10-16 %. В зонах очень слабого проявления дефляции эффективными будут системы с рекомендованными ранее межполосными расстояниями.

Если говорить о зависимости этого параметра вообще, то

нужно отметить, что он определяется коэффициентом оптической плотности (KO) древостоя, биологически возможными в конкретных условиях произрастания высотой деревьев (HM), долговечностью древостоя (N), ростовыми коэффициентами по высоте (C_n , K_n).

Оптическая плотность крон древостоев. Значения оптической плотности насаждения в безлиственном состоянии можно брать следующими для вяза приземистого – 0,08-0,2, клена ясенелистного – 0,22-0,30, акации белой – 0,04-0,12, березы повислой 0,05-0,15. В случае же облиственного состояния древостоя этот показатель имеет другую величину: для вяза приземистого – 0,28-0,42, клена ясенелистного – 0,4-0,5, акации белой – 0,1-0,25, березы повислой – 0,15-0,27. Значения других характеристик, отмеченных в данном пункте, выбираются исходя из породного состава древостоя, типа почв и территориального фактора.

Конструктивные параметры лесонасаждений. Формирование, устойчивость и долговечность лесонасаждений во многом зависят от таких характеристик как расстояние между стволами деревьев (LST) в ряду, величина междурядий (LMG) и количество рядов (NR). При проектировании лесных полос ширина междурядий берется равной 3 м – на предкавказских, обыкновенных и южных черноземах, 2,5-3,0 м – на оподзоленных и выщелоченных, 3-4 м – на темно-каштановых, к светло-каштановых почвах. Расстояния между деревьями в ряду берутся 1 м. Количество рядов в лесной полосе зависит от древесной культуры и почвенно-климатических условий произрастания. На Северном Кавказе лесополосы из вяза обыкновенного создаются из 3-х рядов, дуба летнего, акации белой, гледичии – из 4 рядов. Правобережье Нижней Волги имеет следующий расклад: из 2-3 рядов у вяза приземистого, 4 рядов у дуба летнего, акации белой, гледичии обыкновенной, 3-4 рядов у березы повислой (табл. 3).

Коэффициент защищенности полей севооборота. Вследствие различных обработок при возделывании культур поверхность почвы по полям севооборота в различной степени защищена от воздей-

Таблица 3

**Ширина полевых защитных лесных полос и число рядов в них
по агролесомелиоративным зонам в европейской части России [6]**

Агролесомелиоративная зона, почва	Ширина, м		Береза повислая	Дуб летний	Лист-вен-ница	Ака-ция белая	Гледичия обыкновенная	Вяз призе-мистый	Вяз обыкновенный	То-поль	Клен ясе-не-лиственный
	между-рядья	лесо-полоса									
Северный Кавказ											
Черноземы мощные и сверхмощные	3	9-12		4-5		4-5	4-5		3		
Темно-каштановые и каш-тановые почвы	3-4	9-16		4-5		4-5	4-5		3		3-4
Правобережье Нижней Волги											
Черноземы обыкновенные и южные	3	9-12	3-4	4-5	4						
Темно-каштановые почвы	3-4	9-16		4-5		4-5		3		4	
Светло-каштановые почвы	4	12-16		4-5		4-5	4-5	3		4	3

ствия ветра. Поэтому при расчетах берется во внимание корректирующий коэффициент защитного экрана на поверхности почвы $KZ(M)$, учитывающий степень снижения выдувания по сравнению с паровым полем, в котором $KZ(M)$ принят за 1. Конкретные значения $KZ(M)$ по полям севооборота приведены в табл. 4.

Таблица 4

**Корректирующий коэффициент защитного экрана
на почвенной поверхности $KZ(M)$**

Номер поля севооборота	Поле севооборота (занимаемая культура и предшественник)	$KZ(M)$
1	Пар черный	1,00
2	Озимая пшеница после пара	0,30
3	Яровой ячмень после озимых	0,50
4	Подсолнечник после ярового ячменя	0,55
5	Пар черный после подсолнечника	1,00
6	Озимая пшеница	0,40
7	Озимая пшеница после озимой пшеницы	0,35

Коэффициент распыления почвы. Этот показатель напрямую связан с физико-химическими свойствами почвы, зависит от технологии обработки ее сельскохозяйственными орудиями и определяет ее эродируемость ветром. Чем больше коэффициент распыления, тем интенсивнее почва эродируется ветром. Значения его в расчетах можно брать из табл. 5, используя зависимость вида

$$A = 0,33\{[E_7/(7 - V_{kp})^2] + [E_8/(8 - V_{kp})^2] + [E_{10}/(10 - V_{kp})^2]\}, \quad (4)$$

где E_7 , E_8 , E_{10} – значения эродируемости почвы при скорости 7, 8 и 10 м/с для конкретной группы; V_{kp} – критическая скорость ветра на высоте 10 см (для конкретной группы почв равная $V_{ф.кр}$ (см. прилож. 1), поделенной на коэффициент x).

Для определения величины эродируемости при заданной скорости ветра с обеспеченностью 20 % используется формула:

$$E = A (V_0 - V_{kp})^2, \quad (5)$$

где V_0 – скорость ветра с обеспеченностью 20 % (м/с) на высоте 10 см, равная $V_{ф}$ (см. прилож. 3), поделенной на x (табл. 5).

Таблица 5

Сгруппированные данные по эродируемости почв Северного Кавказа и Нижнего Поволжья при различных скоростях ветра

Группа эродируемости, т/га ч	Эродируемость т/га ч при разной скорости ветра на высоте 10 см, м/с				Коэффициент	
	$V_{кр}$	$V_1 = 7$	$V_2 = 8$	$V_3 = 10$	x	A
0,10-0,4	0,008	0,066	0,097	0,20	2,12	0,0092
0,41-0,8	0,011	0,174	0,276	0,58	2,11	0,0190
0,81-1,4	0,016	0,310	0,470	1,07	2,10	0,0330
1,41-2,2	0,012	0,490	0,822	1,80	2,07	0,0520
2,21-3,0	0,012	0,900	1,370	2,81	2,20	0,0760
3,01-3,4	0,014	0,690	1,350	3,16	1,96	0,0680
3,41-8,0	0,026	1,630	2,620	5,78	2,03	0,1270
8,01-12,0	0,017	2990	5,000	9,67	2,09	0,2200
12,01-14,0	0,014	4,500	7,000	13,40	1,82	0,3400
14,01-16,0	0,046	5,400	7,500	15,50	1,79	0,3800
16,01-18,0	0,042	6,500	11,40	16,00	1,65	0,4700
18,01-20,0	0,012	7,330	11,74	18,00	1,68	0,4900
20,01-40,0	0,006	8,200	12,00	22,20	1,77	0,5400
40,01-60,0	0,008	10,90	19,65	59,20	1,68	1,0000

Определение норматива межполосного расстояния в адаптированных к конкретным условиям развития дефляции системах полевых защитных лесных полос. Отмеченный норматив находится расчетным путем с помощью специальной компьютерной программы (см. ниже). Расчет проводится в автоматическом режиме после ввода исходных данных в строгом порядке как они приводятся.

При создании системы лесных полос необходимо учитывать породный состав древостоев и схему размещения деревьев в лесонасаждении. Важным параметром систем лесных полос является высота, которая на почвах разной лесопригодности различная и определяет другой параметр – расстояние между лесными полосами. Важнейшей характеристикой древостоев является их долговечность, которая, как свидетельствует опыт, также является функцией природно-климатических условий места произрастания древостоев.

В своей основе нами использовались наработки В. М. Кретицина [4] по лесопригодности почвогрунтов (табл. 6), позволяющая

Таблица 6

Параметры лесопригодности почв

Почвенный показатель	Града-ция по-казателя	Группа лесопригодности				Почвенный показатель	Града-ция по-казателя	Группа лесопригодности			
		I	II	III	IV			I	II	III	IV
Участие нелесо-пригодных почв в комплексе	< 5,0	+				Содержа-ние гумуса в горизонте А, %	> 3,01	+			
	< 10,0		+				> 2,00	+			
	< 17,5		+	+			> 1,00		+		
	< 37,5			+			> 0,50		+		
	< 50,0			+			> 0,40			+	
	< 50,0						> 0,05			+	
	> 50				+		< 0,05				+
Мощность гуму-сового горизонта А + В _i , см	> 50,0					Содержа-ние водо-раствори-мых солей в слое 0-100 см (сумма)	> 1,00				+
	> 37,5						> 0,75				+
	> 25,0						> 0,50			+	
	> 17,5		+				> 0,40			+	
	> 10,0			+			> 0,30		+		
	> 5,0			+			> 0,15		+		
	< 5,0				+		< 0,15	+			
Глубина подсти-лающего слитого горизонта, м	> 2,0					В том чис-ле CO ₃ ²⁻	> 0,01				+
	1-2		+				> 0,005				+
	0,5-1,0			+			> 0,001			+	
	< 0,5				+		> 0,0005		+		
Запас продук-тивной влаги в слое 0-3 м после вегетации расте-ний, % от ДАВ	> 20,0	+				Cl ⁻	> 0,050				+
	> 15,0	+					> 0,010				
	> 7,5		+				> 0,005		+		
	> 5,0		+	+			> 0,005				
	< 5,0				+		> 0,005	+			
Уровень залега-ния пресных грунтовых вод, м	> 10,00			+		SO ₄ ²⁻					
	> 7,00		+				> 1,00				+
	> 4,00	+					> 0,75				+
	> 2,75	+					> 0,50			+	
	> 1,50		+				> 0,25		+		
	> 1,00		+				> 0,25				
	> 0,50			+			< 0,25	+			
	< 0,50				+						
Гранулометри-ческий состав	а, б		+	+		Na ⁺	> 10,0				+
	в, г	+	+				> 7,5			+	
	д		+	+			> 5,0		+		
	е			+			> 3,0		+		
				+	+		> 1,5	+			
							< 1,5	+			

Примечание: группы лесопригодности почв: I – вполне удовлетвори-тельная; II – удовлетворительная; III – условно удовлетворительная; IV – неудовлетворительная.

учитывать не только тип и комплексность почвы, глубину залегания легкорастворимых в воде солей, но и другие компоненты, обуславливающие условия роста и развития древесной растительности. В частности, можно было учитывать мощность гумусового горизонта $A + B_1$, содержание гумуса в горизонте A , гранулометрический состав почв и запас продуктивной влаги в слое 0-3 м после вегетации растений. В этой классификации наряду с учетом общего содержания водорастворимых солей в почве (в слое 0-100 см), делается дифференциация по видам засоления.

Рассчитать долговечность лесонасаждений (при $L_p > 1$) можно по формуле:

$$N = N_{max} - Ag(L_p - 1)^2, \quad (6)$$

где N_{max} – долговечность древостоев на почвах первой группы лесопригодности; Ag – коэффициент, в среднем равный 3,5; L_p – группа лесопригодности почвогрунтов.

Другой очень важной характеристикой, древесных пород на почвах с разной лесопригодностью является предельная высота (H_m). Анализ материалов, касающихся этой характеристики показал, что связь между ней и группой лесопригодности почв L_p близка к линейной (коэффициент корреляции R равен 0,97-0,99). Математически связь между высотой лесных полос и группой лесопригодности почв выражается зависимостью вида:

$$H_{mi}/H_{m1} = [1 - j_1(L_p - 1)], \quad (7)$$

где H_{mi} , H_{m1} – максимум высоты древостоя при L_p 2-4 и 1; j_1 – коэффициент равный 0,25 – для дуба черешчатого, ясеня ланцетного, вяза приземистого и робинии лжеакалии; 0,3 – для абрикоса обыкновенного, 0,4 – для гледичии трехколючковой.

H_{m1} и другие значения ростовых характеристик древостоев на территории с первой категорией лесопригодности для европейской части Российской Федерации приведены в табл. 7.

Значения ростовых показателей по высоте C_{Hi} , K_{Hi} находят по величине C_{H1} , K_{H1} с учетом соотношения C_{Hi}/C_{H1} и K_{Hi}/K_{H1} (табл. 8).

Расчет динамики изменения параметра $H(t)$ с учетом возраста древостоя проводится по формуле Тамазиуса [19].

$$H_{(t)} = H_m[1 - e^{K_{HI}t}(1 - e^{C_{HI}t})]. \quad (8)$$

где t – возраст древостоя.

Таблица 7

**Значения ростовых показателей древесных культур по высоте
(для расчета текущей высоты древостоя лесных полос)**

Регион	Древесная культура	Тип почвы	Параметр		
			K_{HI}	C_{HI}	H_{mI}
Северный Кавказ	Дуб	Чернозем обыкновенный, южный	0,033	0,11	17,0
		Темно-каштановые	0,030	0,08	16,5
	Акация белая	Чернозем обыкновенный, южный	0,050	0,18	21,5
		Каштановые	0,090	0,30	7,0
	Вяз приземистый	Темно-каштановые	0,080	0,34	11,5
		Южные черноземы	0,080	0,34	14,5
Центральное Черноземье, Правобережье Волги	Береза повислая	Обыкновенные черноземы	0,040	0,25	24,0
	Вяз приземистый	Темно-каштановые и каштановые	0,080	0,28	12,0
	Акация белая	Обыкновенные и южные черноземы	0,250	0,18	29,5
	Береза повислая	Обыкновенные черноземы	0,032	0,20	23,0
	Вяз приземистый	Темно-каштановые и каштановые	0,057	0,18	14,5
Прикаспийская низменность	Вяз приземистый	Светло-каштановые	0,310	0,27	6,0

Таблица 8

**Нормирование величины ростовых показателей деревьев по высоте
при разной группе лесопригодности почвогрунтов**

Древесная порода	Группа лесопригодности	Показатель		Древесная порода	Группа лесопригодности	Показатель	
		C_{HI}/C_{HI}	K_{HI}/K_{HI}			C_{HI}/C_{HI}	K_{HI}/K_{HI}
1	2	3	4	5	6	7	8
Дуб черешчатый	1	1,00	1,00	Акация белая	1	1,00	1,00
	2	1,06	1,20		2	1,04	1,06
	3	1,13	1,65		3	1,21	1,74
	4	1,45	2,60				

1	2	3	4	5	6	7	8
Вяз при-земистый	1	1,00	1,00	Клен ясене- лиственный	1	1,00	1,00
	2	1,08	1,19		2	1,70	1,20
	3	1,16	1,50		3	1,19	1,19
	4	1,20	4,60				
Вяз обыкновенный	1	1,00	1,00	Абрикос обыкновенный	1	1,00	1,00
	2	1,06	1,25		2	1,05	1,15
	3	1,12	1,66		3	1,13	1,75
	4	1,50	2,50				
Ясень	1	1,00	1,00	Гледичия трехко- лючко- вая	1	1,00	1,00
	2	1,07	1,18		2	1,08	1,19
	3	1,13	1,74		3	1,16	2,00
	4	1,31	4,00				

Для определения норматива межполосного расстояния, адаптированного к конкретным условиям развития дефляции, используется ниже приведенная компьютерная программа.

1.1. Программное обеспечение адаптации защитного комплекса

```

Program RASTKUL;
Var M, MSV, K1, 11, N1,12, N2 : integer;
IS : array [ 1.. 10] of integer; |
DB,VO,VF,A1,LMP,HPR,LO,QDOP,QSS,QS2,DE2,A,ZOM,F1,F,V,K2,K3,Z,
HK,LKKR,LMP1,KZ,EMAX,ESR,LMP2,LMP3,ELMPK,MC,NC,
VKR,KO,KO1,MC1,EF, EF1,LMPOT,LVK,
ELPK,QS1,QDOP1,LMPN,ZOH,LKR,EMAS,E,LMPK,DL,TP,LMPIN,K111,VKR
2,LKPR,VK, EK,EK1,VKKR,VP,LMPI,KU : real;
H,FP,Q1 : array [1..60] of real;
KZ1 ,ZOH1, A2,VKR1,DES,DE1 ,DL1 ,ZOM1 ,K21 ,K31 ,HK1 ,K11 :
array [1.. 10] of real;
label 1,2,3,4,5,6,7,18,19,20,21,22,23,24,25,
26,27,28,29,30,31,32,33,34,35,36,37,38,39,40,41,42,43,44,45,46,47,48,49,50,51
,52,53,54;
Function STEP(a:real;b:real):real;
(* a в степени b *)
begin
if a=0 then step:=0 else step:=EXP(b*(ln(a)));
End;
BEGIN

```

```

writeln('растительные кулисы ');
writeln('используемые в расчетах данные ');
writeln('MSV – количество полей севооборота');
writeln('IS[M] – индекс варианта; 1 – с кулисами; 0 – без кулис');
writeln('H[II] – интервальная текущая высота древостоя ');
writeln('KZI[M] – коэффициент защищенности по полям севооборота');
writeln('ZONI[M] – параметр шероховатости по полям севооборота');
writeln('NI – количество лет ротационного периода древостоя');
writeln('VKRI[M] – критическая скорость ветра для почвы');
writeln('VO – скорость ветра с обеспеченностью 20% на высоте 10 см');
writeln('облесенной площади');
writeln('A2[M] – коэффициент распыленности почвы');
writeln('DEI[M] – эквивалентный диаметр почвенных агрегатов размером');
writeln('< 2 мм');
writeln('DES[M] – эквивалентный диаметр всех почвенных агрегатов');
writeln('LMP – ширина межполосной клетки, равная 30*HPR');
writeln('FP[II] – интервальная текущая величина ажурности');
writeln('HK – высота кулис ');
writeln('HPR – проектная высота лесных полос');
writeln('VF – скорость ветра с обеспеченностью 20% на высоте флюгера');
writeln('LO – длина межполосной клетки ');
writeln('Z – высота на которой рассчитывается скорость ветра, берется');
writeln('равной 10 см');
writeln('VF – скорость ветра с обеспеченностью 20% на высоте флюгера');
writeln('DB – индекс при вводе ZONI[M], при DB=0 – непосредственный
ввод');
writeln('при DB=1 – через расчет ');
writeln('QDOP – допустимый вынос мелкозема, т/га в год ');
writeln('TP – годовая продолжительность пыльных бурь ');
writeln('LMPIN – инструктивная ширина межполосной клетки');
writeln('выводные данные');
writeln('LMP – ширина межполосной клетки, полученная в расчетах');
writeln('Kl 1 – выбранное расстояние между кулисами ');
For M:=1 to MSV do
readln(MSV);
Begin
readln(IS [M]);
end;
For M:=1 to MSV do
Begin
if IS[M]=0then goto 1;
readln(Kl 1 [M]);
end;
1: For M.-1 to MSV do
Begin

```



```

if IS[M]=0 then goto 2;readln(HKl[M]);
end;
For M:=1 to MSV do
Begin
readln(KZl[M]);
End;
2: Readln(FP[IJ]);
Readln(N2);Nl:=N2/5;
For Kl:=1 to Nl do
Begin
Il ~5*K1;
readln(H[Il]);
End;
For Kl:=1 to N1 do
Begin
I1:=5*K1;
readln(FP[I1]);
end;
readln(DB);
IF DB=1 then go to 3;
For Mr =1 to MSV do
Begin
readln(ZOIll[M]);
end;
3: IF DB-1 then goto 20;
readln(VO);
writeln('ВВестИ значения A2[M] и VKR1 {MJ);
ForM:=1 to MSV do
Begin
readln(A2[MJ);
end;
For M:=1 to MSV do
Begin
readln(VKRl[MJ);
end;
goto. 21;
20: readln(VF); readln(Z);
For M:= I to MSV do
Begin
readln(DES[MJ); readln(DEl[M]);
end;
21: readln(LMP,HPR,LO,QDOP,TP,LMPIN);
41: QSS:=0;
For M: =1 to MSV do
Begin

```

```

QS2:=0;
Eor Il:=1 to N1 do
Begin
IF II <= 5 then begin H[I1]:=0.2*H[5]*I1;
FP[I1]:=FP[1]+0.25*(FP[5]-FP[1])*(I1-1);goto 22; end;
; IF 11 <=10 then begin H[II]:=H[5]+0.2*(H[10]-H[5])*(H-5);
FP[Ii]:=FP[5]+0.2*(FP[10]-FP[5])*(II-5); goto 22;
i ' end;|
IF II <=15 then begin H[II]:=H[10]+0.2*(H[15]-H[10])*(II-10);
FP[II]:=FP[10]+0.2*(FP[15]-FP[10])*(II-10);
goto 22;end; IF II <=20 then begin
H[I1]:=H[15]+0.2*(H[20]-H[15])*(I1-15);
FP[II]:=FP[15]+0.2*(FP[20]-FP[15])*(II-15); goto 22; end;
IF II <=25 then begin H[I1]:=H[20]+0.2*(H[25]-H[20])*(I1 -'
20); FP[II]:=FP[20]+0.2*(FP[25]-FP[20])*(II-20); goto 22;end;
IF II <=30 then begin H[I1] :=H[25]+0.2*(H[30]-H[25])*(II -
25); FP[II]:=FP[25]+0.2*(FP[30]-FP[25])*(II-25);,;goto 22; end;
IF II <=35 then begin H[I1]:=H[30]+0.2*(H[35]-H[30])*(II-30);
FP[II]:=FP[30]+0.2*(FP[35]-FP[30])*(II-30); goto 22; end;
IF II <=40 then begin H[I1]:=H[35]+0.2*(H[40]-H[35])*(II-35);
FP[II]:=FP[35]+0.2*(FP[40]-FP[35])*(II-35); goto 22;end;
IF II <=45 then begin H[II]:=H[40]+0.2*(H[45]-H[40])*(II-40);
FP[II]:=FP[40]+0.2*(FP[45]-FP[40])*(II-40);goto 22; end;
IF II <=50 then begin
H[II]:=H[45]+0.2*(H[50]-H[45])*(II-45);
FP[II]:=FP[45]+0.2*(FP[50]-FP[45])*(II-45); goto 22; end;
IF II <=55 then begin H[II]:=H[50]+0.2*(H[55]-H[50])*(II-
50); FP[II]:=FP[50]+0.2*(FP[55]-FP[50])*(II-50); goto 22; end;
IF 11=60 then begin H[I1]:=H[60];FP[I1]:=FP[60]; goto
22; end; H[II]:=H[55]+0.2*(H[60]-H[55])*(II- 55);
FP[II]:=FP[55]+0.2*(FP[60]-FP[55])*(II-55);
22: writeln('H[II]=' ,H[II]:5:3,'FP[II]=' ,FP[II]:5:3);
IF DB=1 then goto 5; goto 7;
5: K2:=0.22/step(DE1[M],3.06); DE2:=1.1*DES[M];
K3:=1/step(DE2,0.61);
A2[M]:=0.1*K2*K3;ZOHI[M]:=0.001*((step(DES[M],0.4))*(0.055*DES[M]+0.04);
ZOMI[M]:=-(0.03*step(DES[M],1.4))*0.001;
FI:=Ln(10/ZOMI[M])-1; F:=Ln(10/ZOHI[M])-1;
K11:=(F*Ln(Z/ZOMI[M]))/(FI*Ln(10/ZOHI[M]));
VO:=VF*K11; VKR1[M]:=3.2+0.025*DES[M];
7: KZ:=KZ1[M];ZOH:=ZOHI[M];
A:=A2[M]; VKR:=VKR1 [M];
VKR2:=VO*(1-step(KZ,0.5))+VKR*step(KZ,0.5);
LKR:=3 * H11 ]+29*H[I1 ] *step(( V KR2/VO ),2.5 )*
step((H[II]/ZOH),0.1);

```

```

LMP1 :=3 * 11 [ 11 J129 * H [ 11 ] * step((H[I1 ]/ZOH),0.1);
IF LMP > LMP1 then goto 23;
If LMP <= 50 then goto 46; V:=VO*step(((LMP-step((H[I1 ]/ZOII),0.1))),0.4);
IF V > VKR2 then goto 24;
QI IU |:=0;
goto 25;
24: IF V=V0 then goto 26;
V:=V; EMAX:=A*STEP((V-VKR),2); EMAX:=EMAX*KZ;
ESR:=EMAX*(1-1/LN(LMP-LKR));
writeln('V=',V:3:l);
if IS [M]=1 then goto 47;
Q1[I1]:=((LMP-LKR)*ESR)*TP/LMP; goto 25;
26: V:=VO; EMAX:=A*step((VO-VKR),2);
EMAX:=EMAX*KZ; ESR:=EMAX*(1-1/LN(LMP-
LKR)); wfiteln('V=',V:5:2);
IF IS[M]=1 then goto 47;
Q1[I1]:=((LMP-LKR)*ESR)*TP/LMP; goto 25;
23: V:=VO; EMAX:=A*STEP((VO-VKR),2);
EMAX:=EMAX*KZ; ESR:=EMAX*(1-
1/LN(LMP1-LKR));
if IS[M]=1 then goto 47;
LMP2.-LMP-LMP1; LMP3:=LMP1-LKR;
Q1[I1]:=(LMP3*ESR+EMAX*LMP2)*TP/LMP; goto 25;
47: KI 11 :=K11 [MJ; HK:=HK1,[M]; LMPOT:=
LMP/11|T 1 ]; if LMPOT >36 then goto 27;
if LMPOT <30 then gotb"27;
if FP[I1] <= 10 then goto 28;
if FP[I1] <= 35 then goto 29;
if FP[I1] <= 43 then goto 30;
MC:=2.81 -0.02583 *(FP[I1]-43);
NC:=0.197+0.00275*(FP[I1]-43); goto 31;
30: MC:=2.13+ 0.085*(FP[I1]-35); NC:=0.25-0.006625*(FP[I1]- 35); goto 31;
29: MC:=0.63 + 0.06*(FP[I1 ] -10); N00.492 -0.00968*(FP[I1]-10); goto 31;
28: MC:=O.Q63*FP[I1]; N00.57- 0.0078*FP[I1J;
31: if VKR2 > VO then goto 32;
VKR2:=VICR2;
goto 33;
32: VKR2:=V0;
33: KO:=(4+(32.6*step((VKmVO),2.5))*step((HK/ZOH),0.066))*HK;
KOI:=KO/H[I1]; MCl:=MC*step(5,NC); KI 11 :=K11 [M]/H[I1];
EF:=exp(MCl*step((KI 1 l-K01),NC))-1;
EF1 :=exp(MCl *step((LMP/H[I1]-K01),NC))-1;
ELPK:=ESR*(EF/EF1)*TP/LMP;
Q1[I1]:-ELPK;
125: goto 34;

```

```

27: LKKR:=4*HK+32.6N-IK*STEP((VKR/VO),2.5)=step((HK/ZOH),0.066);
LVK:=K111-LKKR;
IF LVK > 0 then goto 53; VKKR:= VO; goto 54;
53: LKPR:=4*HK+32.6*HK*step((HK/ZOH),0.066);
IF KI 11 > LKPR then goto 35; VK:=VO*step(((Kl 11-
4*HK)/(32.6*HK*step((HK/ZOH),0.066))),0.4);
EK:=A*step((VK-VKR),2); ESR:=EK*(1-1/Ln(Kl 11-LKKR));
EK1:=ESR*(K111 -LKKR)/K111; goto 36;
35: EK:=A*step((VO-VKR2),2); ESR:=EK*(1-1/LN(LKPR-LKKR));
EK1 :=(ESR*(LKPR-LKKR)+EK*(K111 -LKPR))/K111;
36: VKKR:=VQ-STEP((EK1/A),0.5);
54: LKKR:=3*H[I1]+29*H[I1]*STEP((VKKR/VO),2.5)*STEP((H[I1]>
/ZOH),0.1); IF LMP > LMP1 then goto 37;
V:=VO*STEP((LMP-
3*H[I1])/(29*H[I1]*STEP((H[I1]/ZOH),0.1)),0.4); if V >
! VKKR then goto 38;
Q11.HI-0;.
goto 34;
38: V:=V; EMAX:=A*STEP((V-VKKR),2); ESRr EMAX*(1-1/LN(LMP-
if LKKH));;
V=V
0 then goto 39;
Q1 [II] :^((LMP-LKKR)*ESR)*TP/LMP;
goto 34;
39: V:=VO; EMAX:-A*STEP((VP-VKKR),2);
ESR:=EMAX*(1-1/LN(LMP-LKKR));
QI [I1]:=((LMP-LKKR)*ESR)*TP/LMP;
goto 34;
37: V:=VO; EMAX:=A* STEP((V0-VKKR),2); ESR:=EMAX*(1-1/LN(LMP1-
LKKR));
LMP2 -LMP-LMP1; LMP3 :=LMP 1 -LKKR;
Q1[I1]:=(LMP3*ESR+EMAX*LMP2)*TP/LMP;
34: QS2:=QS2+Q1[I1];
end; { конец по II }
QS2:=QS2/N1;
writeln('QS2-',QS2:5:2);
QSS-QSS'QS2:
End; { конец по M }
QS1:=QSS/MSV;
writelnfQS 1=',QS 1:5:2,'LMP=', LMP:5:2);
if QS1 > QDOP then
goto 45;
QDOP 1 "QDOP- 0.25;
IF QS1 > QDOP1 then goto 40;
LMP:=LMP+4.5*HPR; N1 : = N1; LMPI: = 1.5*LMPIN; writeln('LMP

```

```

:=,LMP:41:2);
IF LMP>=LMPI then goto 48;
goto 41;
48: goto 52; 1
45: LMP:=LMP-5*HPR;N1:=N1;
writeln('LMP=',LMP:5:2);
goto 41;
46: writeln('OfHH лесополосы защитить почву не могут, нужны дополни-
тельные');
writelnf агротехнические мероприятия1);
goto 42;
40: If LMP > LMPIN then goto 43;
LMP:=LMP; goto 44;
43: LMP:=LMPIN;
goto 44;
52: writelnfByneM менять параметры агрофона (KI 1,1KZ,KH1), если да,
KU-1,');
writelnfecnn нет KU =0');
rcadln(KU);
IF KU-1 then goto 49;
LMP:-LMPIN; goto 44;
49: For M:=1 to MSV do 1
Begin
Readln( IS[M]);
end;
For M:=1 to MSV do
Begin if IS[M]=0 then goto 50;
readln(Kll[M]);
50: end;
For M1 to MSV do
Begin
readln(KZl[MJ);
end;
goto 41;
44: LMPN:=LMP/HPR;
FOR M:=1ГО MSV do
Begin
writeIn('LMP=',LMP:5:2,'Kill-,K1H:5:2,'LMPIN-,LMPIN;5:2);
End;
42: END. {Конец программы}

```

Ориентация лесных полос в пространстве. Этот норматив при строго выраженной розе ветров во время пыльных бурь регламентируется исходя из приведенных данных в прилож. 2,

стремясь ориентировать основные лесные полосы перпендикулярно к господствующим вредоносным ветрам. В том случае, когда имеются два близлежащих, примерно равнозначных по вредоносности направления, вопрос о наиболее рациональном направлении основных лесных полос решается, исходя из условия минимума потерь почвы от дефляции на облесенной территории. Угол господствующего направления ветра (α), в данном случае, определяется по формулам (9) или (10):

$$\alpha = \alpha_1 + Q_2\beta/(Q_1 + Q_2),, \quad (9)$$

где Q_1, Q_2 – прогнозируемые потери почвы от ветровой эрозии по господствующим направлениям ветров 1 и 2; β – угол между господствующими направлениями ветров 1 и 2; α_1 – угол направления господствующего ветра по линии 1 (отсчет от западного румба).

$$\alpha = \alpha_2 - Q_1\beta/(Q_1 + Q_2),, \quad (10)$$

где α_2 – угол направления господствующего ветра по линии 2.

Что касается величин Q_1 и Q_2 , то они равны соответственно: $Q_1 = V_1^3 t_1$ и $Q_2 = V_2^3 t_2$, где V_1 и V_2 – скорости ветра с обеспеченностью 20% по направлениям 1 и 2, м/с; t_1 и t_2 – время действия вредоносных ветров по тем же направлениям, %; V_1, t_1 – скорость (м/с) и время действия (%) соседствующих вредоносных ветров.

Оценка почвозащитной роли лесных полос на землях, подверженных дефляции. Одной из задач здесь является адаптирование параметров лесных полос к конкретным почвенно-климатическим условиям. Другой же задачей является объективная оценка почвозащитной эффективности систем лесных полос в общем контексте оценки. В данном разделе мы коснемся только оценки вреда, приносимого ветровой эрозией почвенному покрову на открытом пространстве и в системах лесных полос с различными параметрами в сухой степи и полупустыне. Эта оценка проводится по ниже приведенной методике, которая предполагает осуществлять оценку по затратам на восполнение потерь пита-

тельных элементов в почве от ветровой эрозии через внесение в нее удобрений. Причем, в затраты входят как стоимость самих удобрений, так и стоимость их внесения.

Методика экономической оценки почвозащитной эффективности лесных насаждений при проявлении пыльных бурь основана на определении затрат на восполнение потерь питательных элементов от ветровой эрозии почв. Принцип определения этих затрат следующий. Определяются годовые потери почвы от выдувания Q с определенной площади в открытом и облесенном пространстве. С учетом процента гумуса, P_2O_5 и K_2O в почве находят потери указанных элементов. Переход от гумуса к азоту осуществляется через углерод. Количество азота N равно $0,58 - G/9,8$, где G – потери гумуса, т. Пересчет на аммиачную селитру осуществляется исходя из зависимости $A_c = 2,94 \cdot N$. Затраты ($З_z$) на восполнение потерь азота в эродированной почве составляют $З_z C_a \cdot A_c$, где C_a – стоимость одной тонны аммиачной селитры, руб.

Потери фосфора и калия (Φ , K) очевидно равны соответственно $\Phi = Qf/100$, $K = Q - k/100$, где f , k – процент содержания фосфора и калия в почве. Учитывая, что в суперфосфате содержится 20 % Φ , а в калийной соли 40 % K , можно установить, что потери фосфора и калия в пересчете на суперфосфат и калийную соль составят: $\Phi_c = 5\Phi$, $K_c = 2,5K$. Тогда стоимость затрат на восполнение потерь по фосфору и калию в пересчете на суперфосфат и калийную соль составят $З_\phi = \theta \cdot \Phi_c$, $З_k = \Psi \cdot K_c$, где θ , Ψ – стоимость 1 т суперфосфата и калийной соли, руб.

Затраты на перевозку принято брать равными 20 % от стоимости соответствующего удобрения. Тогда стоимость всех минеральных удобрений, которые необходимо внести в дефлированную почву для восстановления ее плодородия, составит

$$З_{\Pi} = 1,2 - (З_z + З_\phi + З_k).$$

Кроме перечисленных, учитываются также затраты на внесение минеральных удобрений $З_{вм}$. Они рассчитываются на осно-

ве технологической карты и нормативов затрат.

Экономическая эффективность почвозащитного влияния лесных полос определяется как разность затрат на восполнение плодородия почвы на открытой и облесенной территории в расчете на 1 га и всю анализируемую площадь.

Для автоматизированного расчета почвозащитной роли лесных полос в возрастном аспекте лесополос, а также учета климатологических и почвенных условий развития пыльных бурь используется компьютерная программа приведенная ниже.

```
4 PRINT «Ввести долговечность лесонасаждения, N (лет)»
5 PRINT «Ввести годовое выдувание почвы, QG (т/га)»
6 PRINT «Ввести процент гумусности почвы, G (%)»
7 PRINT «Ввести содержание в почве фосфора, F (гр/100гр почвы)»
8 PRINT «Ввести содержание в почве калия, K (гр/100гр почвы)»
9 PRINT «Ввести стоимость азотных удобрений, CA (руб/т)»
10 PRINT «Ввести стоимость фосфорных удобрений FY (руб/т)»
11 PRINT «Ввести стоимость калийных удобрений, KY (руб/т)»
12 PRINT «Ввести величину критической скорости ветра для данной
почвы, VKR (м/с)»
13 PRINT «Ввести скорость ветра с вероятностью превышения 20 %
на рассматриваемой территории, V0 (м/с)»
14 PRINT «Ввести параметр шероховатости поверхности для парово-
го поля, Z0 (м)»
15 PRINT «Ввести величину межполосного пространства, LMP (м)»
16 PRINT «Ввести длину межполосной клетки, LO (м)»
17 PRINT «Ввести массив величин высот лесных полос по годам за
весь период жизни их древостоев, H(I) в м»
15 INPUT N, QG, G, F, K, CA, FY, KY
16 INPUT VKR, VO, ZO, LMP, LO
17 DIM II (N): DIM LKR (N)I
18 DIM DS (N): DIM LPR(N): DIM DSV (N)
19 22FORI = 1TON
25 INPUT H (I)
30 NEXT I
35 GM – QG * G/100: PF – QG * F/100:
KO – QG * K/100: C = 0.58 * GM:
N2 = C/9.8: AC = 2.9 * N2: SVA = SV * AS: ZG = CA * AC:
FC = 5 * PF: ZF = FC * FY: SVF = SV * FC:
KC = 2.5 * KO: ZK – KY * KC: SVK = SV * KC:
ZS = (ZG + ZF + ZK) + 0.2 * (ZG + ZF + ZK)
```



```

38 PRINT "ZS = ", ZS
40 DSS = 0: DSS1 = 0
45 FORT = 1 TO N
50 LKR (T) = 3 * II(T) + 2.9 * H(T) * ((VKR/V0) > 2.5) * (H(T)/Z0) > 0,1
52 PRINT "LKR(T) = ", LKR(T)
55 IF LKR(T) > LMP THEN 65
60 LKR(T) – LKR(T): GOTO 67
65 LV – 0: QV1 = 0: GOTO 84
67 LPR(T) = 3 * H(T) + 22 * H(T) *
(H(T)/Z0) > 0.1: PRINT "LPR("T") = ", LPR(T)
68 IF LPR(T) < LMP THEN 81
69 VR = V0 * ((LMP – 3 * H(T))/(29 *
H(T) * (H(T)/Z0) > 0.1)) > 0.4:
QG1 = QG * ((VI^ - VKR)/(V0 -
VKR)) > 2: LV = LMP - LKR(T):
QSR - QG/2: PRINT "VR = ", VR:
PRINT "QG 1 = ", QG1: PRINT
"LV = ", LV: PRINT "QSR =" ", QSR
70 QV1 = QSR * LV * LO/10000: GOTO 84
81 LV = LPR(T) – LKR(T): LV1 = LMP – LPR(T):
QSR – QG/2: QV1 = 0.0001 * (QSR MV *
LO + QG * LV1 * LO): PRINT "LV = ", LV:
PRINT "LV1 – ", LV1
84 ZVA = 10000 * QV1/ (LMP * LO):
ZG1 = ZVA * ZG/QG:
ZF1 =ZVA * ZF/QG:
ZK1 = ZVA * ZK/QG:
PRINT "QV1 = ", QV1: SVA1 = ZVA * SVA/QG: SVF1 =
ZVA* SVF/QG:SVK1 = ZVA*SVK/QG
86 ZS1 = (ZG1+ZF1+ZK1)+0.2*(ZG1+ZK1):
PRINT "SZ1=", ZS1
88 DS(T) = ZS-ZS1:DSS=DSS+DS(T): DSV(T) = (SVA=SVF+SVK) –
(SVA1+SVF1+SVK1): DSS1 + DSV(T)
90 NEXT T
92 DSCR = DSS/N: DSCR1 = DSS1/N
95 PRINT "Вывести на печать текущую годовую экономию средств
на удобрения в облесенном севообороте, DS (T)"
97 PRINT "Вывести на печать среднегодовую за период жизни эконо-
мию средств на удобрения в облесенном севообороте, DSCR"
98 PRINT "Вывести на печать текущую годовую экономию средств
на внесение удобрений в облесенном севообороте DSV (T)"
100 PRINT "Вывести на печать среднегодовую за период
жизни экономию средств на внесение удобрений в облесенном севооборо-
те, DSCR1"
105 FOR I = 1 TO N

```

```

107 PRINT " DS ("T") =" , DS (T)
110 NEXT I
115 FOR I = 1 TO N
117 PRINT " DSV ("T") =" , DSV (T)
120 NEXT I
125 PRINT " DSCR =" , DSCR
127 PRINT " DSCR1 =" , DSCR1
130 END

```

Все что изложено выше базировалось, в основном, на материалах, полученных на юго-востоке европейской части Российской Федерации. Что же касается основы организации территории Западной Сибири, подверженной дефляции то она, в целом принимается такой же, как и на юго-востоке европейской части Российской Федерации. Иначе говоря, она эколого-ландшафтно-адаптивного принципа и включает целый комплекс организационно-хозяйственных, агрономических и агролесомелиоративных мероприятий. Все эти мероприятия достаточно детально описаны в предыдущем разделе и в полной мере могут быть использованы для Западной Сибири. Правда, с некоторыми уточнениями, связанными с особенностями климатических условий проявления пыльных бурь в обозначенном регионе (в частности, режима скоростей ветра во время проявления пыльных бурь, продолжительности проявления последних). Следует учитывать и сам процесс развития дефляции. Если на юго-востоке Российской Федерации дефляционные процессы, как правило, протекают при очень высоких скоростях ветра, то в Западной Сибири скорости ветра во время проявления пыльных бурь бывают значительно меньшими по величине. Что же касается продолжительности проявления пыльных бурь, то здесь картина обратная. Своеобразно и пространственное распределение пыльных бурь в Западной Сибири и это также нужно учитывать при разработке противодефляционных мероприятий. Значительные отличия проявляются и в лесорастительных условиях, используемом ассортименте древесно-кустарниковых пород, их динамике роста. Поэтому в этом разделе

ле остановимся подробнее именно на этих отличительных моментах, а вторично описывать основы адаптивных технологий защиты почвы от ветровой эрозии не будем. Повторимся, они такие же как на юго-востоке европейской части России.

1.2. Подверженность пашни Западной Сибири дефляции

Основные массивы эродированных земель здесь находятся в зоне сухой степи, а точнее – в пределах Кулундинской низменности [15]. Интенсивному развитию ветровой эрозии здесь, как и ранее способствует целый ряд климатических и почвенных факторов (легкий гранулометрический состав почв и сильная их распаханность). Однако в пределах сухой степи сильно дефлированные земли занимают не сплошные массивы, а встречаются на небольшой территории в отдельных хозяйствах. Здесь много земель слабо подвергнутых дефляции. Пашня в южной части сухой степи слабо подвергнута дефляции, что связано с тем, что здесь почвы в большинстве своем более тяжелого гранулометрического состава, хотя повсеместно залегают массивы песчаных земель, занятые в настоящее время сосновыми насаждениями. Участки же пашни, находящиеся в контакте с песчаными массивами, сильно подвергаются ветровой эрозии.

В степной зоне основные массивы дефлированных земель находятся на территории Северной Кулунды, а также на правобережье и левобережье Иртыша. Несколько меньше эродирована почва ветром в Омской обл. Здесь степень дефлированности пашни не превышает 30 %.

В пределах степной зоны Алтайского края дефлированность пашни не превышает 30-50 %.

В южной лесостепи ветроэрозионные процессы не выражены так сильно, как в степи. В южной части Приобского плато в пределах Алтайского края дефлированность пашни не превышает в ос-

новном 10 %, хотя имеются массивы, где она достигает 30 %. Южная часть лесостепи в пределах Омской обл. характеризуется довольно высокой (до 50 %) дефлированностью пашни.

В северной лесостепи пахотные земли заметно не подвержены ветровой эрозии, хотя пыльные бури нередко возникают и здесь.

В Западной Сибири ветровой эрозии подвергаются в основном два типа почв – черноземы и каштановые. Однако дефлируемость почв разная и зависит от гранулометрического состава, солонцеватости и других причин. Некоторые данные о критических скоростях ветра и эродированности ветром почв приведены в табл. 9. Как видим критические скорости ветра лежат в пределах от 6,3 до 7,4 м/с, а дефлируемость от 0,6 до 40 т/га.

Таблица 9

Критическая скорость и степень эродированности почв Запад

Почва	Критическая скорость на высоте 10 м, м/с	Дефлируе- мость, т/га
Чернозем южный, выщелоченный, мало- мощный, пылевато-супесчаный и супесча- но-легкосуглинистый	6,3	20-40
Каштановые легкосуглинистые	6,3	2,0-2,5
Чернозем обыкновенный легкосуглинистый и среднесмытый на карбонатном суглинке	6,3	4-6
Каштановые супесчано-легкосуглинистые солонцеватые	6,5	12-14
Темно-каштановые супесчано-пылеватые легкосуглинистые	6,6	12-14
Чернозем южный маломощный легко- и среднесуглинистый	6,7	2,0-2,5
Чернозем обыкновенный средне- и тяжело- суглинистый	7,2	0,6-0,8
Чернозем южный среднемощный и тяжело- суглинистый	7,2	0,6-0,8
Темно-каштановые среднесуглинистые	7,4	0,8-1,0

Анализ числа дней с пыльными бурями и годовой их продолжительности показал, что они также достаточно сильно варьируют в пространственном отношении. Число дней с пыльными бурями в среднем за год на рассматриваемой территории состав-

ляет 0,1-30,5, а продолжительность пыльных бурь в основном лежит в пределах от 4 до 120 ч (табл. 10, прилож. 5).

Таблица 10

**Продолжительность пыльных бурь в Западной Сибири
(в среднем за год, ч)**

Метеостанция	Продолжительность пыльных бурь, ч	Метеостанция	Продолжительность пыльных бурь, ч
Одесская	22	Огурцово	10
Полтавка	36	Баево	23
Павлоградка	50	Камень-на-Оби	10
Русская поляна	56	Ребриха	32
Черлак	35	Хабары	17
Иртыш	82	Барнаул	32
Исиль-Куль	39	Сорокино	18
Омск	32	Завьялово	39
Барабинск	4	Знаменку	64
Чаны	6	Славгород	44
Татарск	6	Родио	41
Новосибирск	4	Поспелиха	83
Чистоозерная	25	Ключи	43
Эдвинск	22	Кулунда	64
Купино	21	Бийск	12
Кочки	41	Волчиха	21
Посевная	18	Алейск	83
Карасук	41	Рубцовск	120
Сузун	15	Краснощеково	15
Веселовка	17	Угловское	117

Ветроэрозионные процессы существенно зависят от скоростного режима ветра. Ранее уже отмечалось, что скорость ветра во временном плане очень сильно варьирует и основная трудность в адаптировании почвозащитных мероприятий к конкретным условиям развития дефляции тут заключается в том, на какие скорости ветра ориентироваться. Опыт показал, что наиболее приемлемым является использование скорости ветра с определенной вероятностью повторяемости. Нами использованы скорости ветра во время проявления пыльных бурь с вероятностью превышения 20 % (проявляются 1 раз в 5 лет). Величины их для Западной Сибири приведены в табл. 11, прилож. 6.

**Максимальные скорости ветра во время пыльных бурь
в Западной Сибири с вероятностью превышения 20 %**

Метеостанция	Максимальная скорость, м/с	Метеостанция	Максимальная скорость, м/с
Полтавка	16	Огурцово	17
Одесская	18	Баево	19
Павлоградка	17	Камень-на-Оби	21
Русская поляна	13	Ребриха	17
Черлак	14	Хабары	22
Иртыш	16	Барнаул	20
Исиль-Куль	15	Сорокино	17
Омск	12	Завьялово	19
Барабинск	17	Знаменка	16
Чаны	18	Славгород	17
Татарск	16	Родино	15
Новосибирск	19	Поспелиха	14
Чистоозерная	17	Ключи	18
Эдвинск	18	Кулунда	17
Купино	18	Бийск	16
Кочки	17	Волчиха	19
Посевная	13	Алейск	15
Карасук	17	Рубцовск	20
Сузун	17	Краснощеково	18
Веселовка	17	Угловское	14

Что же касается повторяемости ветров разных направлений в Западной Сибири, то о ней можно судить по материалам, приведенным в прилож. 7.

Отмеченное разнообразие почвенных и климатических условий проявления ветровой эрозии и пыльных бурь в Западной Сибири, как и на юго-востоке европейской части России, обуславливает различный подход к выбору тех или иных почвозащитных мероприятий. Хотя нужно отметить, что параметры почвозащитных комплексов в Западной Сибири будут несколько отличаться от тех, которые получаются на юго-востоке европейской части РФ. Что же касается подходов, то они аналогичны рассмотренным ранее.

2. ОЦЕНКА РОЛИ ЛЕСОМЕЛИОРАЦИИ НА ЗЕМЛЯХ, ПОДВЕРЖЕННЫХ ДЕФЛЯЦИИ

В современных условиях и в ближайшей перспективе их изменения, при большом и все возрастающем антропогенном прессе на Природу, огромное значение приобретает эколого-экономические и природопользовательские исследования особенно с использованием такого мощного стабилизирующего средства как лесные насаждения. Однако, нужно сразу отметить то обстоятельство, что при этом на порядок возрастают сложности познания. Необходимо рассматривать сложную, многоуровневую, систему, способную выйти из равновесия на множестве уровней. Это можно делать лишь при использовании математических моделей и компьютерных технологий, в основе которых будет лежать строго организованная математическая основа.

В этом плане настоящая разработка как раз и отличается от предлагаемых ранее. В ней введены важнейшие компоненты современного анализа – системный подход к рассмотрению функционирования природно-хозяйственного объекта, информационная (цифровая) технология, компьютерное планирование, проектирование и управление природопользованием на облесенной территории, в районах проявления дефляции.

Используются последние достижения в климатологии, почвоведении, системотехнике и других, сопрягаемых с выбранным направлением, дисциплинах.

Одним из аспектов рационального природопользования, как уже отмечалось, является положение о рациональном соотношении угодий и оптимальной их лесомелиорации. В этой ситуации возникает задача учета очень большого числа факторов: климатического, орографического, лесомелиоративного, экономическо-

го, ресурсного плана и еще многого другого. Это можно сделать лишь на основе внедрения новой компьютерной технологии с использованием специально организованных информационных структур и баз данных. Системный подход позволит также выявить ряд эмерджентных свойств сложных систем.

Необходимо отметить и еще один принципиальный момент. За рубежом, особенно в экономически развитых странах, современные исследования в направлении оптимизации агропромышленного комплекса вообще, и агролесомелиоративного в частности, идут как раз по пути внедрения информационных систем, имитационного моделирования, рационализации природопользования. Россия в этом плане несколько отстает. По сути разработки подобного рода в области агролесомелиорации проводятся лишь в Федеральном научном центре агроэкологии РАН, да и то лишь в последние 5-10 лет. До сего времени в нашей стране вопрос об экологически устойчивых и высокопродуктивных агролесоландшафтах не получает достаточного развития (именно в части компьютеризации). Это касается земель и слабо подверженных дефляции, и земель, где эти процессы идут активно.

Эта разработка, в какой-то мере, является по сути пионерской в РФ (с позиций применения информационных систем для целей агролесомелиорации территорий с высокими энергетическими возможностями ветра и проявлением дефляционных процессов).

2.1. Общая схема многокомпонентной оценки лесомелиорации на пашне, подверженной дефляции

В основе многокомпонентной оценки лесомелиорации на пашне, подверженной дефляции лежит последовательная проводка. Ее сущность заключается в последовательной оценке отдельных блоков, на которые оказывает, то или иное влияние, лесная мелиорация. При этом используются либо персональные данные, либо базы данных. И еще одну особенность принятого подхода

следует отметить. Она заключается в том, что получаемые материалы в предыдущем блоке расчетной структуры являются входными в последующий. Так что часть процедур осуществляется в автоматическом режиме, без участия оператора.

Что же касается схематического представления принятого подхода, то оно показано на рис. 1, из которого видно, что на входе в общую схему запланирована база данных, определяющих процессы дефляции почв, а точнее база данных ветроэрозионного потенциала территории. Если это Ставропольский, или Краснодарский края, то такая база уже вмонтирована в разработанную структуру. Если же разработка будет использоваться в частном порядке для какой-то другой конкретной территории, то в этом случае такая база должна быть дополнительно создана по аналогии. В общей структуре предусмотрена программа считывания информации с базы данных. В дальнейшем, при необходимости, оператор ЭВМ может производить картографирование территории с выделением зон с различным ветроэрозионным потенциалом, а также проводить определенные действия по определению наиболее рационального севооборота, с учетом потерь почвы от дефляции.

На следующей ступени оценки оптимизации агролесомелиоративных структур на пашне, в районах проявления дефляции, осуществляется предварительное априорное задание ширины межполосной клетки и допустимых потерь почвы от дефляции, покрываемых почвообразовательным процессом.

Для того, чтобы было возможно рассчитывать параметры древостоев лесных полос в возрастной динамике, в общую схему введен крупный блок по определению лесопригодности почвогрунтов. Его выходные данные являются входными в блок расчета аэродинамических показателей лесонасаждений в годовом цикле.

Следующая крупная структура – это блок расчета параметров систем лесных полос, исходя из почвозащитных свойств последних. Этот блок – регламентирующий блок, в том смысле, что по его данным определяется агролесомелиоративный каркас. Это надо пони-

мать таким образом, что все последующие блоки являются обслуживающими его и не вносят изменение в агролесомелиоративный каркас. К числу таких последующих блоков, как видно из блок-схемы на рис. 1, относятся блок расчета растениеводческой продукции на

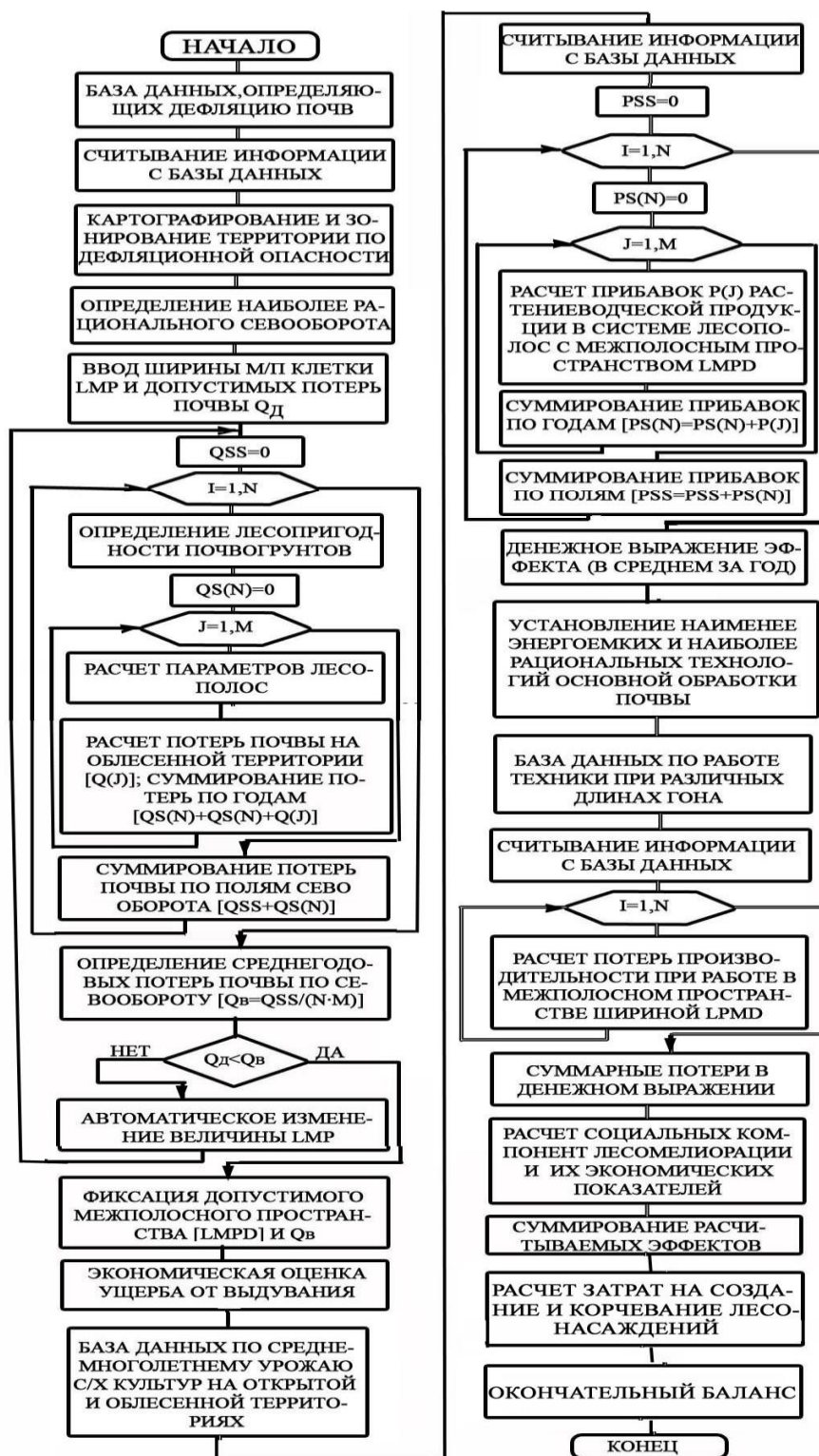


Рис. 1. Принципиальная блок-схема оптимизации параметров систем лесных полос на пашне, подверженной дефляции

лесомелиорированной территории, снабженный специально организованной базой данных; блок расчета снижения производительности в ограниченном пространстве межполосной клетки, блок расчета социальных эффектов от облесения территории, блок рассчитывания затрат на создание и раскорчевку лесных насаждений.

Замыкающей структурой является блок расчета суммарного эффекта от облесения пашни, на землях подверженных дефляции.

Схема функционального соединения всех отмеченных блоков показана на рис. 2, где использован принцип последовательной проводки.

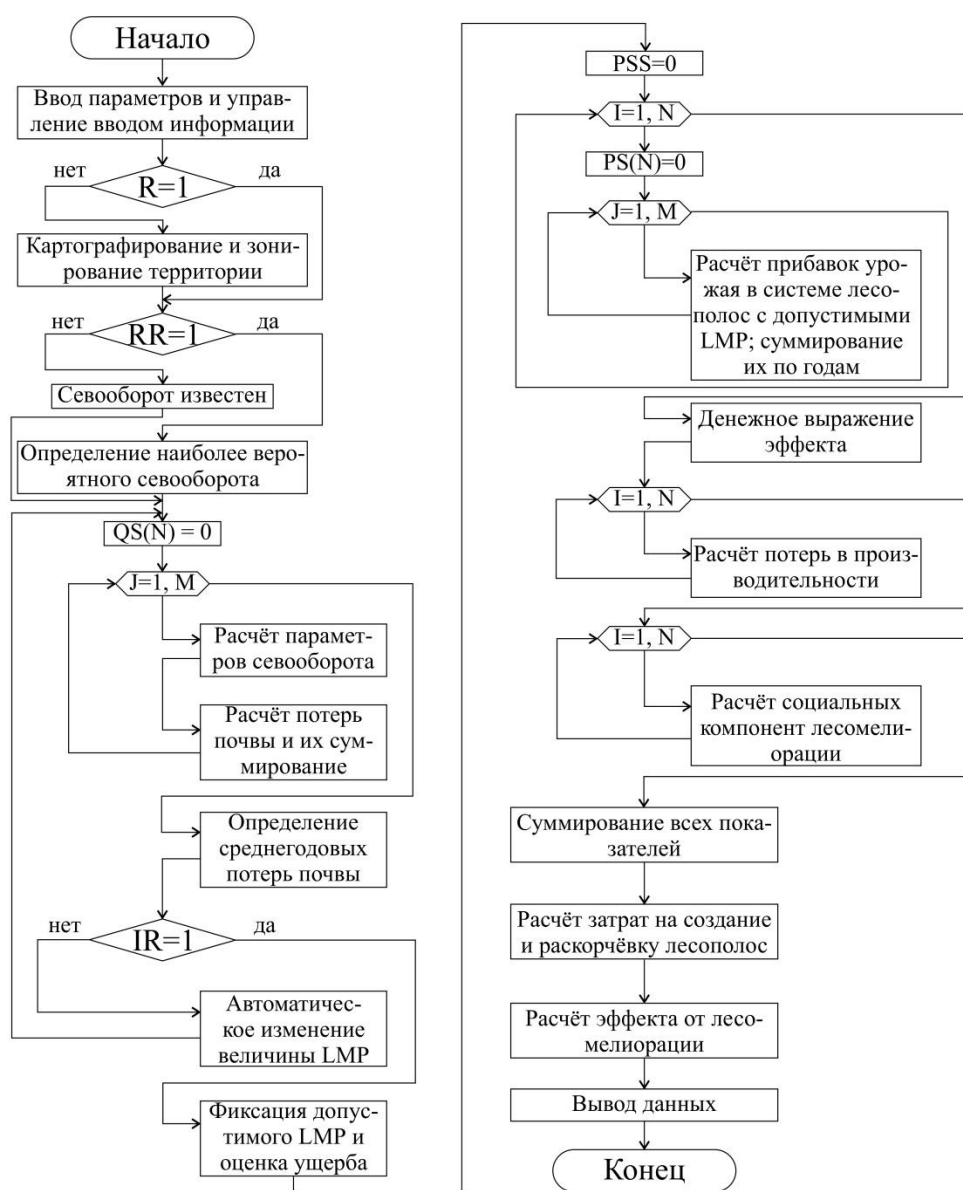


Рис. 2. Якорная управляющая программа комплексной оценки лесомелиорации на землях, подверженных дефляции

С позиций реализации приведенных схем в реальном компьютерном продукте, каждый из указанных в схемах блок снабжается соответствующей теоретической базой, приводимой ниже.

2.2. База данных для расчета ветроэрозионного потенциала территории

Для определения эродируемости почв делается пиксельная оцифровка почвенной карты территории. При этом каждая ячейка имеет размер по широте и долготе $0,1^\circ$. В каждом пикселе производится аэродинамическая оценка почвенных контуров по классификационным материалам, полученным ранее при исследовании эродируемости и критических скоростей ветра для почв. Реляционная база данных при этом выглядит так, как показано на рис. 3 [18].

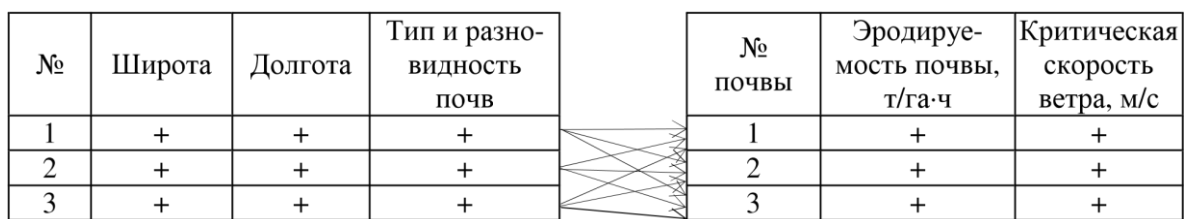


Рис. 3. Реляционная схема базы данных по эродируемости почвы и критическим скоростям ветра

Для определения годовых потерь почвы от ветровой эрозии необходима база данных по скоростным характеристикам ветра во время пыльных бурь и продолжительности ветроэрозионного периода. В качестве примера мы использовали метеорологические данные за период 25-30 лет на территории ЮФО по 98 метеостанциям [6]. Используя эту базу данных, были разработаны соответствующие картосхемы, на которых была нанесена широтно-меридиональная сетка с такими же градациями как на почвенной карте. Они позволили создать пиксельную базу данных по скоростям ветра с обеспеченностью 20 % и запасам влаги в слое 0-10 см во время пыльных бурь, а также продолжительности пыльных бурь (по схеме, представленной на рис. 4).

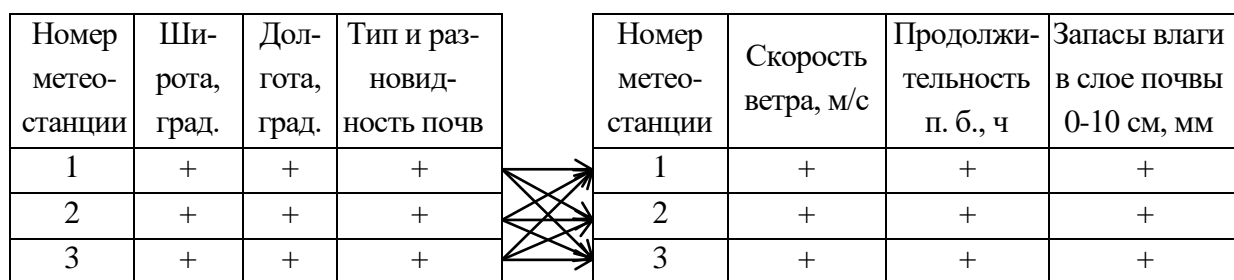


Рис. 4. Схема базы данных по скорости ветра и запасам влаги в слое почвы 0-10 см во время пыльных бурь и продолжительности последних

Компьютерная программа для считывания информации с базы данных и дальнейшей ее обработки реализуется в среде Delphi 7, относящейся к системе визуального программирования, называемой также системой RAD.

В комплексе общая база данных выглядит следующим образом (рис. 5).

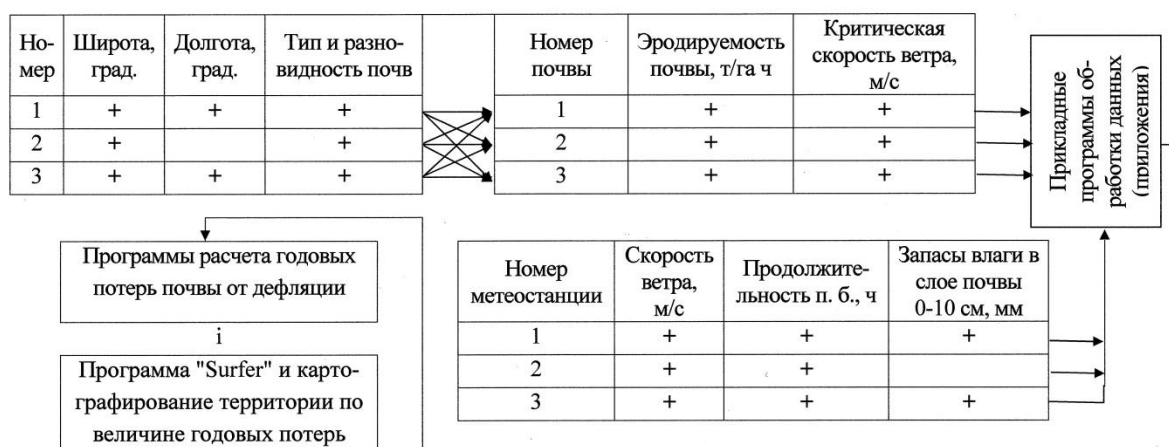


Рис. 5. Интегральная схема базы данных и ее компьютерной обработки

2.3. Определение наиболее рационального севооборота*

В принципе севооборот в дефляционно-опасных районах должен обеспечивать решение трех принципиальных задач: 1) максимально снижать потери почвы от дефляции; 2) давать больший выход продукции; 3) позволять маневрировать сельхозкультурами в рамках конъюнктуры рынка. Подробное описа-

*Разработчик Т. В. Волошенкова.

ние процедур по этому поводу можно найти в выходной продукции, представленной Т. В. Волошенковой в 2011-2014 гг.

2.3.1. Высота лесных полос

Это один из главных факторов, определяющих эффективность лесных полос в защите почвы от ветровой эрозии. Однако он сам зависит от климатических и лесорастительных условий среды обитания (прилож. 8).

2.4. Определение лесопригодности почвогрунтов

Согласно сегодняшним представлениям выделяется 4 категории лесопригодности почвогрунтов [13, 14, 17]. Первая категория лесопригодности – это темноцветные почвы, лугово-каштановые, лугово-степные бурые несолонцеватые или слабосолонцеватые каштановые и светло-каштановые вне комплексов или в комплексе с солонцами до 10 %; глубина залегания грунтовых вод 6-8 м, водорастворимых солей 200 см и более. Вторая категория лесопригодности – почвы каштановые и светло-каштановые слабо- и средне солонцеватые с участием солонцов до 25 %; солевые горизонты не выше 150 см, грунтовые воды недоступны; Третья категория лесопригодности – солонцеватые и слабо-солонцеватые светло-каштановые почвы с участием солонцов от 25 до 50%; Четвертая категория лесопригодности – почвы бурые и светло-каштановые тяжелого гранулометрического состава, засоленные, с участием солонцов более 50 %, солончаки.

В. М. Кретиным [3] предложена более детальная классификация почв по их лесопригодности (см. выше), позволяющая учитывать не только тип и комплексность почвы, глубину залегания легкорастворимых солей, но и другие компоненты, определяющие условия роста и развития древесной растительности.

При всей добротности и аргументированности данной клас-

сификации она не лишена, на наш взгляд, некоторых недостатков. Во-первых, по некоторым показателям, по этой классификации, бывает трудно отнести почвы к конкретной категории лесопригодности. Это связано с тем, что при одной и той же величине факторного признака в классификационной таблице В. М. Кренина указываются два значения результативного (категории лесопригодности почв). Во-вторых, по некоторым категориям лесопригодности почв указывается несколько градаций факторного признака. В третьих, сама классификационная таблица построена таким образом, что из нее трудно выявить определенную связь между результативным признаком и комплексом факторных, относящихся к одной какой-то конкретной категории лесопригодности почв. В четвертых, большой набор факторных признаков затрудняет их учет.

Нами проведена некоторая перестройка и уточнение отмеченной выше разработки с позиции удобства пользования ею, и, самое главное, с позиций компьютеризации. В нашей интерпретации классификация почвогрунтов по их лесопригодности легла в основу созданного компьютерного продукта (табл. 12, прилож. 9, 10), алгоритм которого приводится на рис. 6. В алгоритм, как видим, вставлен справочник (прилож. 11, 12) с исходной информацией, организованный с учетом табл. 12. Для записи информации в справочнике и считывания ее при расчетах, а также для определения категории лесопригодности почвогрунтов разработаны программы в среде Delphi-7 (свидетельства на программный продукт ЭВМ № 2013614992).

Работа блока выбора параметров лесопригодности почвогрунтов осуществляется следующим образом. По каждому из 12 критериальных параметров идет сравнение фактических данных со справочными и относятся к той или иной категории лесопригодности. Результирующий вывод о категории лесопригодности почвогрунтов делается по интегральной характеристике с учетом позиционных оценок. Но если хотя бы на одной позиции

Классификация почвогрунтов России по их лесопригодности

Участие лесонепригодных почв, %	Мощность гумусового горизонта А+В, см	Глубина подстиляющего слитного горизонта, м	Запас продуктивной влаги в слое 0-3 м после вегетации растений, % от ДАВ	Уровень грунтовых вод, м	Гранулометрический состав почв	Содержание гумуса в горизонте А, %	Содержание водорастворимых солей в слое 0-100 см (% от ЕКО)				
							общее	CO ₃ ²⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	N ⁺
≤ 5 (1)	≥ 37,5 (1)	≥ 2 (1)	≥ 15 (1)	≥ 1,5 < 3,0 (1)	Суглинистый (1), легкосуглинистый (2)	≥ 2,0 (1)	< 0,15 (1)	≤ 0,0005 (1)	< 0,005 (1)	< 0,25 > 0,5 (1)	≤ 1,5 > 3,0 (1)
> 5 ≤ 17,5 (2)	≥ 17,5 < 37,5 (2)	≥ 1 < 2,0 (2)	≥ 7,5 < 15 (2)	≥ 1,0 < 10 (2)	Глинистый (2), суглинистый (1), легкосуглинистый, супесчаный (3)	≥ 0,5 < 2,0 (2)	≥ 0,15 < 0,4 (2)	> 0,0005 ≤ 0,001 (2)	≥ 0,05 < 0,01 (2)	≥ 0,5 < 0,75 (2)	≥ 3,0 < 7,5 (2)
> 17,5 ≤ 37,5 (3)	≥ 10 < 17,5 (3)	≥ 0,5 < 1,0 (3)	≥ 5 < 7,5 (3)	≥ 0,5 < 1,0 (3)	Супесчаный (3), песчаный (4)	≥ 0,05 < 0,5 (3)	≥ 0,4 < 0,75 (3)	> 0,001 ≤ 0,005 (3)	≥ 0,01 < 0,05 (3)	≥ 0,75 < 1,0 (3)	≥ 7,5 < 10 (3)
> 37,5 (4)	< 10 (4)	< 0,5 (4)	< 5 (4)	< 0,5 (4)	Песчаный (4)	< 0,05 (4)	≥ 0,75 (4)	> 0,005 (4)	> 0,05 (4)	≥ 1,0 (4)	≥ 10 (4)

*В скобках – величина коэффициента приведения K_{np} , ДАВ – диапазон активной влаги, ЕКО – емкость катионного обмена.

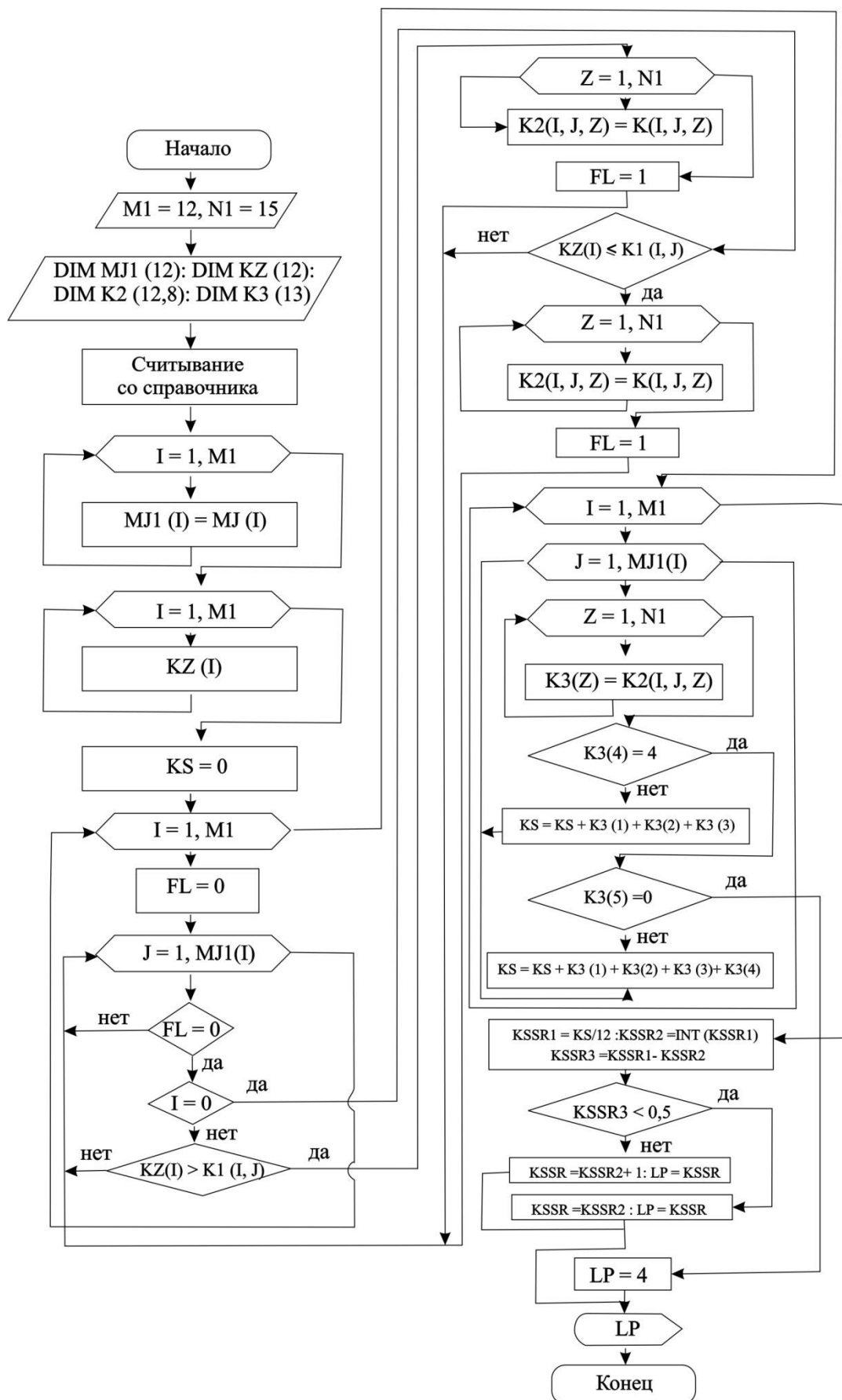


Рис. 6. Алгоритм компьютерной программы для расчета категории лесопригодности почвогрунтов.

выход осуществляется сразу на четвертую категорию лесопригодности, то независимо от оценок по остальным позициям берется четвертая категория лесопригодности почвогрунтов.

При расчетах параметров древостоев лесных насаждений важно знать H_{max} , D_{max} , B_{max} (максимальные величины высоты, диаметров стволов, ширины крон). Но они, а также долговечность лесонасаждений, для различных древесных пород в сухой степи и полупустыне европейской части России, в зависимости от лесопригодности почвогрунтов изменяются в очень широком диапазоне.

Для расчета нормированной величины долговечности на почвогрунтах разной категории лесопригодности используется зависимость вида:

$$N/N_{max} = 1 - a(L_p - 1)^2, \quad (11)$$

где N , N_{max} – текущее и максимальное (соответствующее первой категории лесопригодности почвогрунтов) значения периода активного роста древесных пород (N_{max} можно принять в среднем равным 35 годам; L_p – категория лесопригодности почвогрунтов (от 1 до 4); a – коэффициент пропорциональности равный в среднем 0,1.

Для нахождения значения H_{max} , D_{max} , B_{max} с учетом категории лесопригодности почвогрунтов можно использовать зависимость

$$\begin{aligned} H_{max} &= H_{max1}[1 - a_1(L_p - 1)]; D_{max} = D_{max1}(1,27 - 0,24 L_p); \\ B_{maxi} &= B_{max1}e^{0,14(L_p - 1)^2}, \end{aligned} \quad (12)$$

где H_{max1} высота древостоя на почвогрунтах первой категории лесопригодности (вяз приземистый, робиния лжеакация – 12 м; дуб черешчатый, ясень ланцетный – 8,5 м; вяз обыкновенный – 8 м); a_1 – коэффициент (для отмеченных древесных пород равен 0,2–0,4). D_{max1} , B_{max1} – диаметр стволов и поперечный размер крон древостоев на почвах первой категории лесопригодности (D_{max1} равен: дуб черешчатый – 12 см, ясень зеленый, вяз обыкновенный – 10 см, вяз приземистый – 14 см, акация белая – 15 см, клен ясенелистый – 18 см; B_{max1} – дуб черешчатый – 3,2 м, вяз приземистый – 2,8 м, акация белая, клен ясенелистый – 2,5 м).

2.5. Теоретическая база для расчета возрастной динамики параметров лесных полос на землях разной категории лесопригодности

В основе предложенной теоретической базы, позволяющей рассчитывать величину текущей высоты, диаметров стволов и размеров крон лежит зависимость Томазиуса [19]:

$$\begin{aligned} H_i &= H_{max}[1 - e^{-k_H t(1 - e^{-c_H t})}]; \\ D_i &= D_{max}[1 - e^{-k_d t(1 - e^{-c_d t})}]; \\ B_i &= B_{max}[1 - e^{-k_k t(1 - e^{-c_k t})}]. \end{aligned} \quad (13)$$

где H_{max} , D_{max} , B_{max} – максимально возможная величина высоты древостоя, диаметров его стволов и размера крон на конкретных типе и лесопригодности почвогрунтов; k_H , c_H ; k_d , c_d и k_k , c_k – соответственно ростовые показатели по высоте, диаметрам стволов и размерам крон на конкретных типе и лесопригодности почвогрунтов; H_i , D_i , B_i – текущие значения высоты, диаметров стволов и размеров крон на конкретных типе и разновидности, лесопригодности почвогрунтов; t – возраст древостоев.

На почвогрунтах первой категории лесопригодности ростовые показатели по высоте древостоя могут быть найдены из соотношений вида [14]

$$\begin{aligned} C_{H1} &= \frac{2}{t_m} \left\{ \frac{2 \ln[1 - (H(t_m/2)/H_{m1})]}{\ln[1 - H(t_m)/H_{m1}] - 2 \ln[1 - (H(t_m/2)/H_{m1})]} \right\}; \\ K_{H1} &= -0,5 \left\{ \frac{2 \ln \left[1 - \frac{H(t_m/2)}{H_{m1}} \right]}{t_m [1 - \exp(-\frac{c_H t_m}{2})]} + \frac{\ln \left[1 - \frac{H(t_m)}{H_{m1}} \right]}{t_m [1 - \exp(-c_H t_m)]} \right\} \end{aligned} \quad (14)$$

где $H(t_m/2)$, H_{m1} – высота древостоя лесонасаждения в середине и конце жизни на почвогрунтах первой категории лесопригодности (на землях первой категории лесопригодности в среднем $H(t_m/2)/H_{m1} = 0,73$). Это отношение можно рассчитать по формуле

$$H(t_m/2)/H_{m1} = a_0 \ln[(t_m/A) + 1], \quad A = 0,02; \quad a_0 = 0,097. \quad (15)$$

Ростовые показатели древостоев для категорий лесопригод-

ности более единицы корректируются исходя из зависимостей

$$K_{H.i} = K_{H.l} \exp[a_l(L_p - 1)^n], \quad C_{H.i} = C_{H.l}[b_l - a(4 - L_p)^{n_l}], \quad (16)$$

$K_{H.i}$, $C_{H.i}$ – ростовые показатели по высоте древостоев, зависящие от условий произрастания; $a_l = 0,23$; $b_l = 1,5$; $a = 0,32$; $n = 1,72$; $n_l = 0,5$; L_p – категория лесопригодности почвогрунтов (от 1 до 4).

Значения H_{max} , K_H , C_H , D_{max} , K_i , C_d , K_{max} , K_k , C_k для первой категории лесопригодности почвогрунтов территории ЮФО могут быть приняты следующими.

А. По высоте древостоя:

вяз приземистый:

на темно-каштановых и каштановых почвах – 11,5; 0,08 и 0,34 м;

на черноземе южном – 14,5; 0,08 и 0,34 м;

на светло-каштановых почвах – 6,0; 0,11 и 0,27 м;

дуб черешчатый:

на темно-каштановых почвах – 16,5; 0,031 и 0,08 м;

на черноземах обыкновенных и южных – 17; 0,033 и 0,11 м;

акация белая:

на черноземах предкавказских – 21,5; 0,05 и 0,18 м;

на каштановых почвах – 7,0; 0,09 и 0,3 м.

В. По диаметрам стволов древостоя:

дуб черешчатый – 14; 0,084 и 0,07 см;

вяз приземистый – 18; 0,17 и 0,05 см;

вяз обыкновенный – 12; 0,13 и 0,07 см;

ясень зеленый – 12; 0,11 и 0,06 см;

акация белая – 18; 0,17 и 0,05 см;

клен ясенелистный – 21; 0,12 и 0,07 см.

С. По кроновому пространству:

дуб черешчатый – 4; 0,05 и 0,13 м;

вяз приземистый – 3,4; 0,04 и 0,19 м;

акация белая – 3,1; 0,045 и 0,19 м;

клен ясенелистный – 3,3; 0,044 и 0,25 м.

Для конкретных условий произрастания значения s и k в

расчетах высоты лесонасаждения могут определяться следующим образом. Сначала определяются эти параметры для почвенных условий первой категории лесопригодности (берутся вышеприведенные данные или производится расчет по приведенным формулам). Затем для территорий с категорией лесопригодности почвогрунтов 2 и 3 эти характеристики корректируются.

При этом, для определения категории лесопригодности почвогрунтов нами разработана специальная компьютерная программа на языке Delphi с 12-ю определяющими показателями (см. прилож. 9-12). В основе ее лежит разработанная табл 1. Определение категории лесопригодности почвогрунтов осуществляется при этом следующим образом. По каждому из 12 критериальных параметров с учетом их градаций сравниваются фактические данные со справочными (см. прилож. 9, 11, 12) и относятся к той или иной категории лесопригодности. Результирующий вывод о категории лесопригодности почвогрунтов делается по интегральной характеристике с учетом позиционных оценок. Для этого индивидуальные характеристики умножаются на коэффициент значимости, складываются и затем делятся на 12 (см. прилож. 9, 10).

После определения в динамике диаметров стволов и размеров крон древостоев с учетом формулы Томазиуса решается вопрос об ажурности лесных полос в возрастном аспекте. Для этого используется комплексная модель, приведенная ниже:

$$\begin{aligned}
 \phi_I(t) &= 100\{1 - k_c(t) + k_c(t)[1 - k_{on}\ln(B_s(t)/A_3 + 1)]\}\phi_{cm}(t), \\
 \phi_{cm}(t) &= 0,01\phi_{cmI}(t)\{100 - [100 - \phi_{cmI}(t)]\ln N_r\}, \\
 \phi_{cmI}(t) &= 100[L - N_g d_o(t)]/L, \quad d_o = d_{max.i}\{1 - \exp[-k_{d.i}t(1 - \exp(-c_{d.i}t))]\}, \\
 B_{kI}(t) &= B_{k.max.i}\{1 - \exp[-k_{k.i}t(1 - \exp(-c_{k.i}t))]\}, \\
 B_s(t) &= B_{kI}(t)(N_r - 1) + k_r B_{kI}(t), \quad k_{cI}(t) = B_{k.\phi.I}(t)/L, \\
 B_{k.\phi.I}(t) &= k_\phi B_{kI}(t), \quad k_c(t) = k_c(t, j)[1 - k_c(t, j)]
 \end{aligned} \tag{17}$$

где $k_{cj}(t)$, $k_c(t)$ – коэффициент сомкнутости крон в ряду и лесонасаждении в целом; k_2 – коэффициент разрастания крон деревьев в крайних рядах; K_ϕ – коэффициент соотношения размеров крон по

фронту и поперек ряда; N_r – число рядов в ПЗЛП; $B_{kl}(t)$, $B_{k\phi l}(t)$ – размер крон поперек и вдоль ряда; $B_s(t)$ – суммарная протяженность кронового пространства поперек ряда; L – длина лесонасаждения; N_g – число деревьев в лесонасаждении; $\Phi_{ст.1}(t)$, $\phi_{ст}(t)$ – ажурность стволового экрана ряда и лесонасаждения в целом; $K_{оп}$ – коэффициент оптической плотности крон.

Коэффициент оптической плотности кронового пространства для некоторых древесных культур может быть взят из табл. 13.

Таблица 13

**Усредненные значения коэффициента оптической плотности
для различных древесных пород
в облиственном $k_{он.2}$ и безлиственном $k_{он.1}$ состоянии**

Порода	$k_{он.1}$	$k_{он.2}$	$k_{он.2}/k_{он.1}$
Вяз приземистый	0,14	0,28	2,0
Клен ясенелистный	0,13	0,26	2,0
Ясень зеленый	0,20	0,44	2,2
Абрикос обыкновенный	0,16	0,35	2,2
Акация белая	0,12	0,22	1,8
Дуб черешчатый	0,15	0,33	2,2

2.6. Информационная база модели возрастного изменения почвозащитной эффективности полевых защитных лесных полос

Модель возрастного изменения почвозащитной эффективности полевых защитных лесных полос строилась с учетом блочной схемы, приведенной на рис. 7. При этом был принят следующий порядок действий. Сначала вводятся широта и долгота территории. Затем устанавливаются тип и разновидность почв, годовая продолжительность ветроэрозионной деятельности, средние из максимальных скорости ветра во время проявления пыльных бурь с обеспеченностью 20 %, критические скорости ветра, эродируемость почв и специальный коэффициент A .

По этим данным с использованием формулы (18) рассчитываются потери почвы от ветровой эрозии.

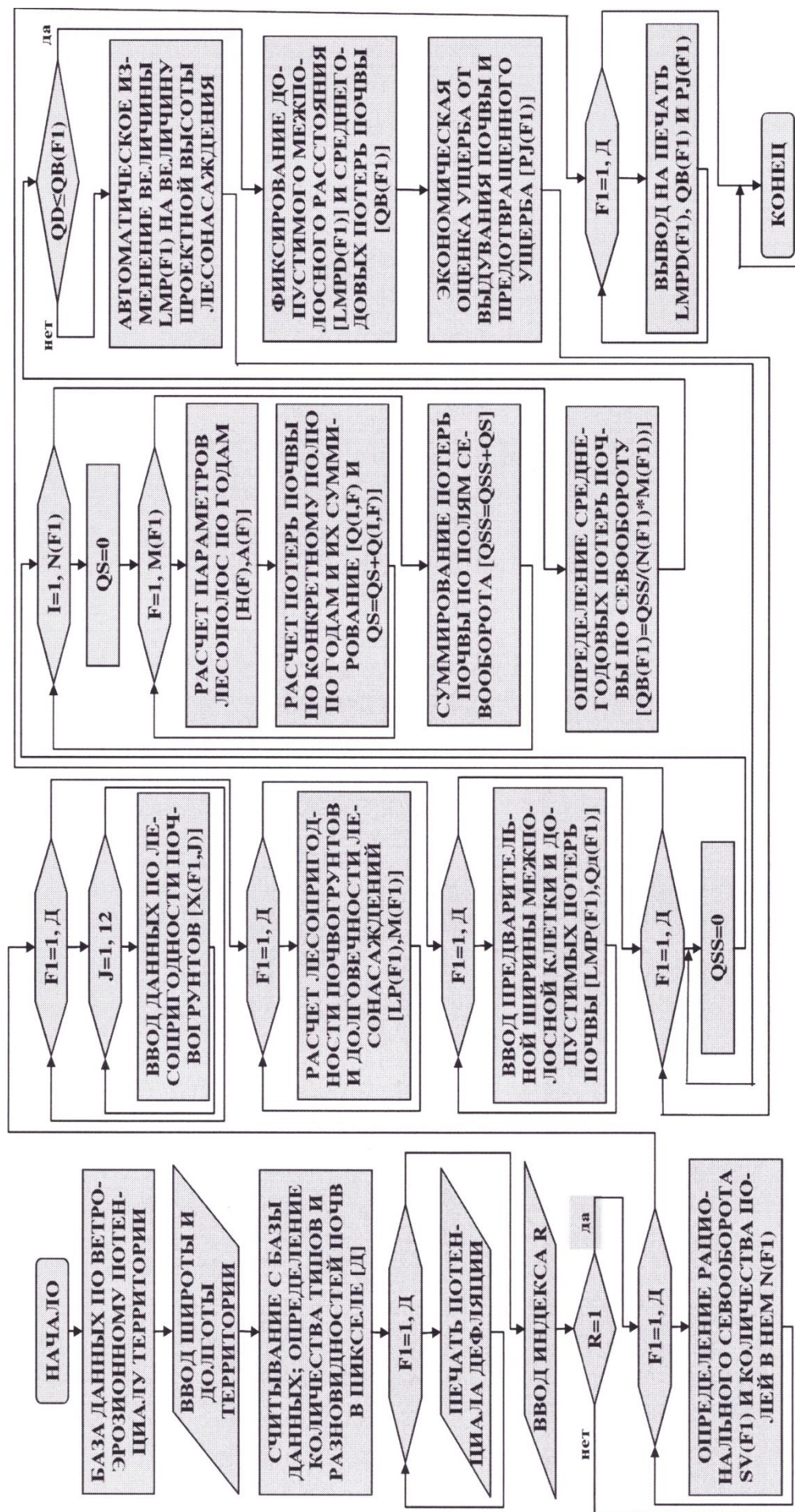


Рис. 7. Блок-схема модели расчета противодефляционной эффективности систем защитных лесных полос

$$Q_n = A(V_z - V)^2 t_n / V_{Z_{кр}}, \quad (18)$$

где A – коэффициент, зависящий от структуры почвы; V_z – сред-немноголетняя скорость ветра с обеспеченностью 20 %; $V_{Z_{кр}}$ – критическая скорость ветра; t_n – годовая продолжительность вет-роэрозионной деятельности ветра.

Коэффициент A можно определять с помощью табл. 14 по ма-тематической зависимости вида

$$A = 0,33 \left\{ \left[\frac{E_7}{(7 - V_{Z_{кр}})^2} \right] + \left[\frac{E_8}{(8 - V_{Z_{кр}})^2} \right] + \left[\frac{E_{10}}{(10 - V_{Z_{кр}})^2} \right] \right\}, \quad (19)$$

где 7, 8, 10 – величина скорости ветра, E_7 , E_8 и E_{10} – эродирова-емость почв при этих скоростях (соответственно) с учетом группы эродированности.

Таблица 14

Сгруппированные данные по эродированности почв Северного Кавказа, Нижнего Поволжья и Западной Сибири при различных скоростях ветра

Группа эро-дируе-мости, т/га ч	Эродированность (т/га/час) при разной ско-рости ветра (м/с) на высоте 10 см			Коэффициент	
	$V = 7$	$V = 8$	$V = 10$	х	А
0-0,01	0,026	0,032	0,066	2,20	0,00275
> 0,1 < 0,2	0,042	0,064	0,150	2,10	0,00560
> 0,2 < 0,3	0,072	0,104	0,244	2,10	0,00590
> 0,3 < 0,4	0,122	0,186	0,346	2,07	0,01100
> 0,4 < 0,6	0,132	0,210	0,494	2,09	0,01520
> 0,6 < 0,8	0,216	0,342	0,660	2,10	0,01830
> 0,8 < 1,0	0,279	0,442	0,890	2,10	0,02600
> 1,0 < 1,2	0,298	0,438	1,080	2,10	0,03000
> 1,2 < 1,4	0,358	0,530	1,250	2,04	0,03600
> 1,4 < 1,6	0,344	0,638	1,510	2,00	0,04300
> 1,6 < 1,8	0,510	0,830	1,690	2,10	0,04500
> 1,8 < 2,0	0,410	0,780	1,900	2,10	0,05100
> 2,0 < 2,2	0,690	1,140	2,100	2,10	0,05800
> 4,0 < 6,0	1,290	2,290	5,000	2,10	0,12200

После отмеченной процедуры производится вывод на печать ветроэрозионного потенциала Q_n . Далее используется специальный параметр – условный переход R . Если он вводится равным 0, то осуществляется переход на конец блок-схемы и расчеты заверша-

ются. Если же он оказывается равным 1, то осуществляется переход на блок использования наиболее рационального севооборота.

2.7. Математическая основа для расчета динамики почвозащитной эффективности полезащитных лесных полос за ротационный период их древостоев

Блок расчета почвозащитной эффективности полезащитных лесных полос в нашей схеме является главенствующим, потому что все последующие оценки осуществляются согласно параметров систем лесных полос, полученных в этом блоке. Для того, чтобы в нем можно было вести расчеты последовательно для каждого года ротации древостоя, а в пределах года для каждого из 16 румбов направления ветра, организуется два последовательных цикла: по годам и по румбам. Причем, алгоритм предусматривает два момента – период от отвода земли под лесные полосы до начала заметного влияния последних и период от начала защитного влияния лесных полос до их выкорчевки. Это организуется с помощью оператора безусловного перехода ($T < NPP$, рис. 8). В случае, когда T меньше предэксплуатационного периода NPP , управление передается на блок расчета климатических характеристик, определяющих интенсивность ветровой эрозии на открытом пространстве, а также блок расчета потерь почвы от дефляции на этой территории. Если же это условие не соблюдается, осуществляется расчет параметров всех \leq четырех лесных полос, окаймляющих межполосную клетку. Причем, ажурность лесных полос рассчитывается для каждого из 16 направлений визирования (румбов ветра). Переход от расчета параметров одной лесной полосы к расчету параметров другой осуществляется в цикле по КВ, где КВ изменяется от 1 до 4.

После расчета параметров лесных полос, окаймляющих межполосную клетку организован цикл для последовательного

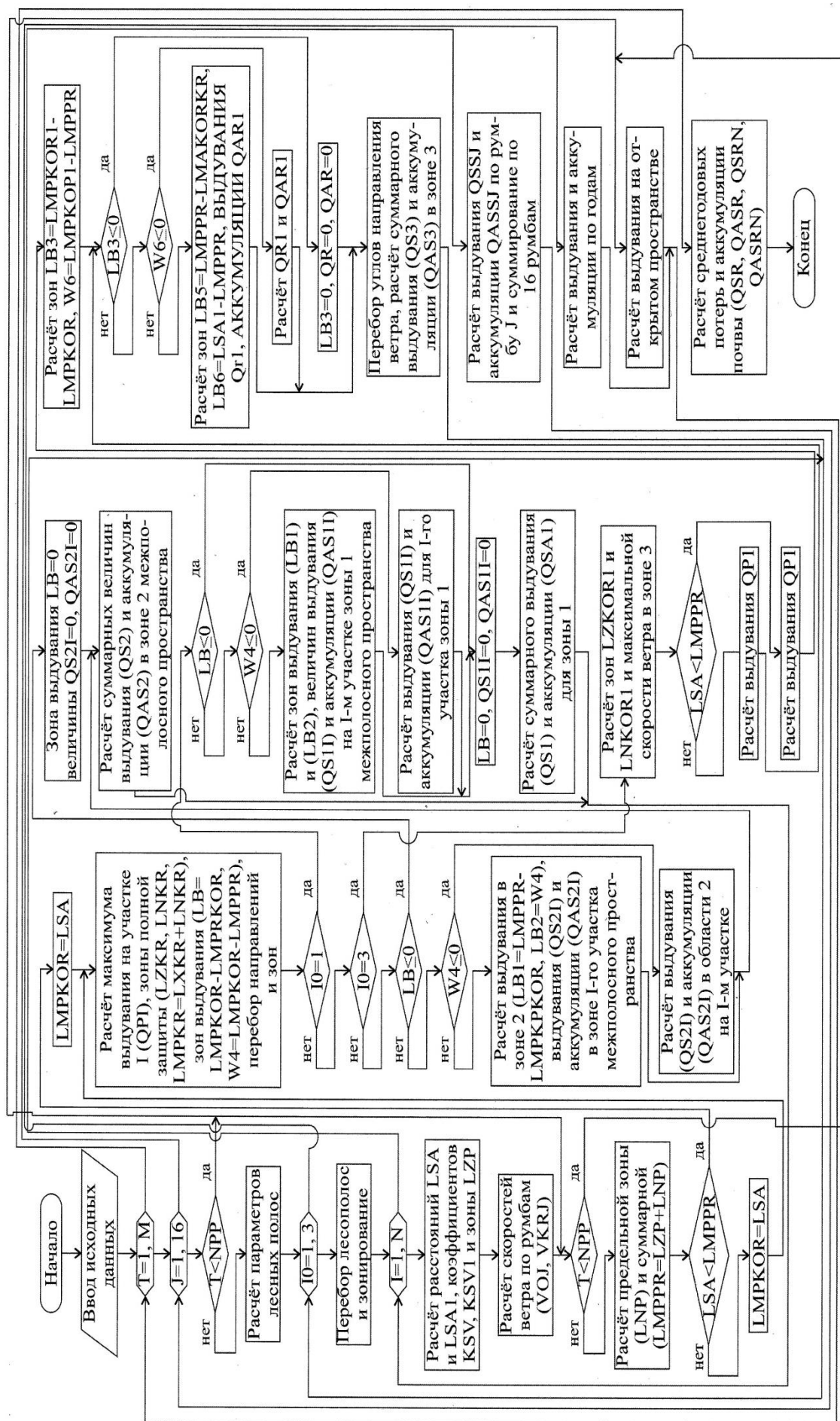


Рис. 8. Блок-схема расчета выдувания почвы на облесенной территории

расчета процессов формирования характерных зон межполосного пространства при косых ветрах. Таких зон формируется три – две угловые и одна центральная. Поэтому показатель зональности I_0 взят изменяющимся от 1 до 3.

Чтобы можно было определять различные зоны влияния лесных полос, корректировать межполосные пространства с учетом эффекта системности, в рамках цикла по I_0 предусмотрен расчет целого ряда коэффициентов (A_I , $KSVI$, B_I , y , y_2).

При этом они рассчитываются по следующим формулам:

$$A_I = 1,76 - 0,03P_{na}(MB) \text{ при } P_{na}(MB) < 55 \%,$$

$$A_I = 0,00035\{\exp[13,1(1 - 0,01P_{na}(MB))]\} \text{ при } P_{na}(MB) \geq 55 \%,$$

$$KSI = 0,07 + 0,92 \cdot 10^{-7} P_{na}^{3,5} \text{ при } P_{na}(MB) \leq 50 \%,$$

$$KSI = 0,0109P_{na}(MB) - 0,415 \text{ при } P_{na}(MB) > 50 \%,$$

$$B_I = 5,7 \cdot 10^{-5} P_{na}(MB)^{2,5} \text{ при } P_{na}(MB) \leq 50 \%,$$

$$B_I = 0,1P_{na}(MB)^{-4,15} \text{ при } P_{na}(MB) > 50 \%,$$

$$y = 1,88[1 - 0,0047P_{na}(MB)], y_2 = 1,88 - 0,0047P_{na}(MBI)], \text{ при } P_{na}(MB), P_{na}(MBI) > 40 \%,$$

$$y = 1,3[1 + 0,0044P_{na}(MB)], y_2 = 1,3 - 0,0044P_{na}(MBI)], \text{ при } P_{na}(MB), P_{na}(MBI) \leq 40 \%, \quad (20)$$

где $P_{na}(MB)$, $P_{na}(MBI)$ – ажурность ветроударной и подветренной лесных полос.

В дополнение к этому предусмотрена маркировка лесных полос (индексы MB и MBI), их последовательный перебор, а также дифференцирование площади в пределах зон с выделением отдельных областей. Последовательный расчет характеристик в этих областях осуществляется с помощью цикла по I от 1 до N (см. рис. 8). В теле этого цикла рассчитываются расстояния между лесными полосами по зонам при различных направлениях визирования – LSA (угловые зоны) $LSAI$ (центральная зона), предельные заветренная и наветренная зоны – LZP и LNP , климатические характеристики пыльных бурь по румбам ветра – VOJ и VRJ и предельная величина межполосного расстояния. При этом

используются зависимости:

$$LSA = [L_{I,0} - 0,5W_x(2I - 1)/|\cos\alpha|] \text{ при } \alpha \leq 6,28 - \arctg(L_{мпo}/L_{I,0}),$$

$$\alpha \leq \arctg(L_{мпo}/L_{I,0}),$$

$$LSA = L_{I,0}/|\cos\alpha| \alpha \leq 3,14; \alpha \leq 3,14 + \arctg(L_{мпo}/L_{I,0}), \quad (21)$$

$$LSA = L_{мпo} - 0,5W_x(2I - 1)|\sin\alpha|/|\cos\alpha| \text{ при } \alpha > 6,28 - \arctg(L_{мпo}/L_{I,0}), \alpha \leq 1,57,$$

$$LSA1 = L_{мпo}/|\sin\alpha| \text{ при } \alpha \leq 3,14 - \arctg(L_{мпo}/L_{I,0}), \alpha < 4,71,$$

$$LZP = B_4H_1, LNP = B_5H_2, L_{мл.пр} = LZP + LNP. \quad (22)$$

где W_x – ширина элементарной площадки; α – угол румба ветра; $L_{мпo}$ – длина вспомогательной лесной полосы; I – номер элементарной площадки; $L_{I,0}$ – длина основной лесной полосы; LSA , $LSA1$ – расстояния между ветроударной и подветренной лесными полосами в угловых и центральной зонах межполосного пространства при косых ветрах; H_1 H_2 – текущие значения высоты ветроударной и подветренной лесной полосы. Значения B_4 и B_5 в зависимостях (22) находятся методом последовательного приближения из соотношений вида:

$$N_1 = A_I(B_4 + MOI)^{B_1} \exp[-KSI(B_4 + MOI)], MOI = 5,$$

$$N_2 = W_2 \{ [(1 - V_{min}/V_0(T, J))/W_2]^{M_2} - B_5 \}^{M_1}, M_2 = 1/M_1, M_1 = 2, \quad (23)$$

где N_1 , N_2 – берутся в интервале от 0 до 0,001; $V_{min}/V_0(T, J) = 0,1[P_{на}MBI]^{0,5}$.

Показатель W_2 рассчитывается по формулам:

$$W_2 = [100 - P_{на}MBI]/\{[L_{п.пр.отн.}(MBI)]^2 \cdot 10^4\}, \quad (24)$$

где $L_{п.пр.отн.}(MBI) = 0,1[100 - P_{на}MBI]$.

Далее идет сравнение величины LSA с предельной величиной межполосного пространства – $LMPPR$. Если $LSA < LMPPR$, то производится корректировка межполосного расстояния на величину KSV (коэффициент системности), рассчитанного для этого случая. Если же указанное условие не соблюдается, коэффициент KSV берется равным 1.

Рассчитывается коэффициент KSV по формуле:

$$KSV = 0,5\{y - [LSA(y - 1)/L_{мл.пр}] + y_2 - [LSA(y_2 - 1)/L_{мл.пр}]\}. \quad (25)$$

Тогда скорректированное межполосное расстояние (условное) будет равно:

$$L_{мл.кор} \cdot LSA \cdot KSV. \quad (26)$$

В том случае, когда фактическое расстояние между лесными полосами больше или равно $L_{мл.пр}$ величина $L_{мл.кор} = LSA$.

В пределах скорректированного межполосного пространства заветренная зона защиты $B_6 = L_{з.кор}/H_1$ находится, как и ранее путем последовательного приближения, обчислыванием на ЭВМ уравнения следующего типа:

$$N_5 = A_1(B_6 + M01)^{B_1} \exp[-KSI(B_6 + M01) - W_2\{(1 - \frac{V_{min}}{V_{oj}}/W_2)^{M_2} - \frac{H_1}{H_2}(\frac{L_{з.кор}}{l_1} - B_6)^{i_1}\}], L_{з.кор} = B_6 H_1. \quad (27)$$

Что же касается зоны защиты с наветренной стороны лесополосы, следующей за ветроударной, то она в данном случае может быть найдена из соотношения вида:

$$L_{н.кор} = L_{мл.кор} - L_{з.кор}. \quad (28)$$

Нормированная же ее величина будет равна:

$$B_7 = L_{н.кор}/H_2. \quad (29)$$

На следующем этапе в модели осуществляется определение максимальных относительных величин скорости ветра в межполосном пространстве. Причем, это делается двояко. В первом случае расчет ведется исходя из B_6 по формуле:

$$V_{max.отн.i} = 1 - A_1(B_6 M01)^{B_1} \exp[-KSI(B_6 + M01)]. \quad (30)$$

Во втором случае используется зависимость вида:

$$V_{max.отн.i} = 1 - W_2\{(1 - \frac{V_{min}}{V_0(T,J)})/W_2\}^{M_2} - B_7^{M_1}\}. \quad (31)$$

Среднее значение берется как полусумма из этих двух величин, т. е.:

$$W_3 0,5(V_{max.отн.i} + V_{max.отн.I_i}). \quad (32)$$

Абсолютное же значение скорости ветра в пункте максимума в межполосной клетке находится из выражения вида:

$$W_{max.сп.1} = W_3 V_0(T, J). \quad (33)$$

После окончания расчета фактического расстояния между

лесными полосами и максимума скорости на 1-м участке зоны IO , начинается процедура определения максимума выдувания почвы, зон полной защиты от дефляции – $LZKR$, $LNKR$ и $LMPKR$, а также зон выдувания LB и B_4 . При этом максимальный вынос мелкозема рассчитывается по следующим формулам. В случае, когда поперечный размер межполосной клетки меньше предельного используется формула вида

$$QP_1 = 0,1K_2 \cdot K_3 t_n(T, J)(V_{max.cp.1} - V_{кр})^2, \quad (34)$$

где K_2 , K_3 – коэффициенты, зависящие от структуры почвы; $t_n(T, J)$ – временной фактор по конкретному румбу; $V_{кр}$ – критическая скорость ветра для данной почвы.

В том случае, когда поперечный размер межполосной клетки больше предельного (т. е. $L_{мп.кор} > L_{мп.пр}$), величина QP_1 находится из соотношения:

$$QP_1 = 0,1K_2 \cdot K_3 t_n(T, J)[(V_0(T, J) - V_{кр})^2], \quad (35)$$

где $V_0(T, J)$ – скорость ветра на открытом пространстве по конкретному румбу J .

Зона выдувания находится в модели как разность между фактической величиной межполосного пространства и величиной межполосного пространства, при которой вынос мелкозема отсутствует полностью. При этом, для нахождения последней используются следующие расчеты. Сначала определяется величина параметра $B_{4м}$ по формуле вида

$$B_{4м} = (B_I/K_{SI}) - MOI. \quad (36)$$

Затем рассчитывается (методом последовательного приближения) предельная относительная величина скорости ветра с использованием соотношения вида:

$$V_{н.м.отн.} = 1 - A_I[(B_{4м} + MOI)^{B_I} \exp[-KS_I(B_{4м} + MOI)]], \quad (37)$$

Далее используется условие $M_6 = 1$. Если $M_6 = 1$, то используются климатические данные в обработанном виде. Если $M_6 \neq 1$, то сначала данные по специальной программе обрабатываются. Критические скорости ветра в обоих случаях представляются в нормированном виде ($V_{кр.отн.} = V_{кр.}/V_0(T, J)$).

Проводится проверка $V_{кр.отн.}$ на условие $V_{кр.отн.} \leq 1$. Если это условие соблюдается, то проводится дальнейшая проверка на соблюдение условия $V_{кр.отн.} \leq V_{р.м.отн.}$, где $V_{р.м.отн.}$ – относительная величина минимума скорости ветра в межполосном пространстве.

Если же отмеченное условие не соблюдается, то принимается равенство $L_{мл.кр} = L_{мл.кор.}$. В том случае, когда $V_{кр.отн.} \leq V_{р.м.отн.}$ величина $L_{мл.кр.} \neq 0$, $L_{н.кр} \neq 0$ и $L_{з.кр.} \neq 0$. При несоблюдении этого условия, проводятся следующие расчеты. Находится величина M_3 , исходя из зависимости вида:

$$M_3 = 1 - V_{кр}/V_0(T, J); \quad M_3 = 1 - V_{кр}/V_{oj}. \quad (38)$$

где V_{oj} – скорость ветра на открытом пространстве.

Затем определяется величина $D_{кр.1}$ по формуле:

$$\begin{aligned} D_{кр.1} &= [(1 - \frac{V_{min}}{V_0(T, J)})/W_2]M_2 - (M_3/W_2)^{M_2}, \\ D_{кр.1} &= [(1 - \frac{V_{кр}}{V_0 J})/W_2]M_2 - (M_3/W_2)^{M_2}, \end{aligned} \quad (39)$$

Проводится расчет $L_{н.кр.}$, F_3 и F_5 по приведенным ниже зависимостям:

$$L_{н.кр.} = D_{кр.1}H_2; \quad F_3 = A_1(\frac{L_{з.кр}}{H_1} + MOI)^{B_1} \exp[-K_{S1}(\frac{L_{з.кр}}{H_1} + MOI)], \quad (40)$$

$$F_5 = M_3 - F_3.$$

Далее осуществляется проверка условия $F_5 \leq 0,01$.

Если это условие соблюдается, то проверяется условие $F_5 \geq 0$, если не соблюдается, то величина $L_{з.кр.}/H_1$ считается равной $(D_{кр.1} - 1)$ и управление передается на позицию, где производится расчет F_3 . Это делается до тех пор, пока не будет выполняться условие $F_5 \leq 0,01$. При $F_5 < 0$ к счетчику (KW_5) добавляется 1 и $L_{з.кр.}/H_1$ увеличивается на величину равную $1/KW_5$. После этого снова управление передается на позицию, где производится расчет F_3 . Это делается до тех пор, пока будет выполнено условие $F_5 \geq 0$.

После реализации вышеизложенных операций производится расчет величин $L_{з.кр.}$, $L_{мл.кр.}$, $L_{мл.кр.кор.}$.

При этом используются следующие зависимости:

$$L_{з.кр.} = D_{кр.1}H_1; \quad L_{мл.кр.} = L_{н.кр.} + L_{з.кр.}; \quad L_{з.кр.кор.} = KSVL_{мл.кр.} \quad (41)$$

Нетрудно убедиться в том, что зона выдувания в межполосном пространстве будет равна разности между $L_{мл.кр.}$ и $L_{мл.кр.кор.}$. Т. е.

$$L_6 = L_{мл.кор.} - L_{мл.кр.кор.} \quad (42)$$

В том случае, когда ширина межполосной клетки больше предельной ее величины, то появляется зона, где выдувание мелкозема оказывается таким же, как и в открытом пространстве. Очевидно величину этой зоны можно считать равной:

$$W_4 = L_{мл.кор.} - L_{мл.пр.} \quad (43)$$

Так как величина α (угол румба ветра) изменяется в широком диапазоне (от 0 до 2π), то необходимо протяженность зоны выдувания и поперечный ее размер в каждом конкретном случае значений α находить отдельно. Для этого в модели производится перебор всех вариантов α . При углах $\alpha = 0$, $|\alpha - 3,14| < 0,1$ и $|\alpha - 6,28| < 0,1$ ширина зоны выдувания берется равной $L_{l,0} < 1,0$, т. е. соблюдается условие L_p . В этом случае при $L_B \leq 0$ значения L_B и $Q_s(T, J)$ берутся равными нулю. Если $L_B > 0$, то проверяется условие $W_4 \leq 0$. В том случае, когда это условие соблюдается $Q_s(T, J)$ рассчитывается по формуле:

$$Q_s(T, J) = 0,5 \cdot 10^{-4} L_6 L_p QP_1 \quad (44)$$

При несоблюдении отмеченного условия имеют:

$$L_{61} = L_{мл.кр} - L_{мл.кр.кор.}; L_{62} = W_4, \\ Q_s(T, J) = 10^{-4} (0,5 QP_1 L_p L_{62}). \quad (45)$$

Аналогично, при $|\alpha - 1,57| < 0,5$ и $|\alpha - 4,71| < 0,1$ ширина зоны выдувания берется равной $L_{мпо}$, т. е. соблюдается условие $L_p = L_{мпо}$. Для расчета $Q_s(T, J)$, L_{61} и L_{62} и в этом случае пригодны уравнения (45), причем характер их использования при разных значениях L_6 и W_4 остаются такими же как описано выше. В том случае, когда $\alpha < 1,57$, $\alpha < 3,14$, $\alpha < 4,71$ и $\alpha < 6,28$ радиан нужно рассматривать три случая – угловые зоны 1, 2 и центральная зона 3. Если $l_0 = 1$, $L_6 \leq 0$, то величина L_6 и Q_{si} берутся равными нулю. При $l_0 = 1$, $L_6 > 0$ и $W_4 \leq 0$ значения $Q_{sl.i}$ рассчитываются по формуле вида:

$$Q_{sl.i} = 0,5 \cdot 10^{-4} L_6 W_x QP_1 \quad (46)$$

В варианте $IO = 1$, $L_6 > 0$ и $W_4 > 0$ расчеты ведутся по следующим соотношениям:

$$\begin{aligned} L_{61} &= L_{мл.пр} - L_{мл.кр.кор.}; L_{62} = W_4, \\ Q_{s1.i} &= 10^{-4}(0,5L_{61}W_xQP_1 + QP_1W_xL_{62}). \end{aligned} \quad (47)$$

Если $IO > 1$, то могут быть два следующих случая. Первый из них, когда $IO = 2$, второй, когда $IO = 3$. При $IO = 2$ в свою очередь предусматриваются варианты $L_6 \leq 0$, $L_b > 0$, $W_4 \leq 0$ и $W_4 > 0$. В том случае, когда $L_B < 0$ принимается $L_B = 0$ и $Q_{s2.i} = 0$. При $L_B > 0$ проверяется условие W_4 . В случае $W_4 \leq 0$ имеют:

$$Q_{s2.i} = 0,5 \cdot 10^{-4} L_6 W_x QP_1. \quad (48)$$

При условии $W_4 > 0$ расчет ведется по формулам

$$\begin{aligned} L_{61} &= L_{мл.пр} - L_{мл.кр.кор.}; \\ Q_{s62} &= W_4; Q_{s2.i} = 10^{-4}(0,5L_{61}W_4QP_1 + QP_1W_xL_{62}). \end{aligned}$$

После того, как значения $Q_{s1.i}$ и $Q_{s2.i}$ оказываются найденными, производится их суммирование для i -ых вариантов, т. е. организуется цикл по i вариантам.

При рассмотрении центральной зоны межполосного пространства, формирующейся при косых ветрах ($IO = 3$), процедуры в модели организованы следующим образом. Сначала рассматривается условие $L_{Sa1} < L_{мл.пр}$. Если это условие соблюдается, то проводится расчет по формулам:

$$\begin{aligned} L_{мл.кор.1} &= L_{Sa1}K_{SVI}; C_{мл} = L_{мл.кор.1}/H_1, \\ L_{з.кор.1} &= 0,5K_{W6}; C_3 = L_{з.кор.1}/H_1. \end{aligned} \quad (49)$$

Далее определяется параметр RAL по формуле:

$$RAL = C_{мл} - C_3. \quad (50)$$

Проводится проверка условия $M_6 = 1$. Если это условие соблюдается, то рассматривается параметр

$$RAZI = [(1 - V_{min}/V_{o1})/W_2]^{M_2}. \quad (51)$$

В том случае, когда $RAZI < RAL1$, к значению C_3 добавляется 1 и организуется цикл для последовательного расчета критерия N_6 и сравнения его с предельно допустимой величиной (0,001). При этом, как и ранее, учитывается условие, кодируемое уравнением. Что касается самого критерия N_6 , то он при $M_6 = 1$ расчи-

тывается с помощью соотношения:

$$N_6 = A_I(C_3 + MOI)^{B_I} \cdot e^{-K_{SI}(C_3 + MOI)} - W_1 \{ [1 - V_{min}/V_0(T, J)]/W_2 \}^{M_2} \cdot (H_1/H_2) \cdot (C_{mn} - C_3)^{M_1}. \quad (52)$$

При $M_6 \neq 1$ расчет N_6 осуществляется с помощью формулы:

$$N_6 = A_I(C_3 + MOI)^{B_I} \cdot e^{-K_{SI}(C_3 + MOI)} - W_2 \{ [(1 - V_{min}/V_{0I})/W_2]^{M_2} (H_1/H_2) \cdot (C_{mn} - C_3)^{M_1}. \quad (53)$$

Далее делается проверка $N_6 \leq 0,001$. При соблюдении последнего условия проводится расчет $L_{з.кор.1}$, $L_{н.кор.1}$ и C_3 . При этом используются зависимости:

$$L_{з.кор.1} = C_3 H_1, L_{н.кор.1} = L_{мл.кор.1} - L_{з.кор.1}, C_{н.3} = L_{н.кор.1}/H_2. \quad (54)$$

При несоблюдении условия $N_6 \leq 0,5$ к значению C_3 прибавляется 1 и организуется цикл по N_6 . При несоблюдении условия $N_6 \leq 0,001$ также организуется цикл по N_6 , но в этом случае к C_3 прибавляется 0,1.

После того, как значения C_3 найдены, рассчитываются величины $V_{max.отн.2}$ и $V_{max.отн.3}$. При этом величины $V_{max.отн.2}$ находятся из соотношения:

$$V_{max.отн.2} = 1 - A_I(C_3 + MOI)^{B_I} e^{-K_{SI}(C_3 + MOI)}. \quad (55)$$

Зависимость же для расчета $V_{max.отн.3}$ выбирается после проверки условия $M_6 = 1$. При его соблюдении используется формула

$$V_{max.отн.3.1} = 1 - W_1 \{ [(1 - V_{min}/V_{0J})/W_2]^{M_2} - C_{н.3} \}^{M_1}. \quad (56)$$

В случае, когда $M_6 \neq 1$ величина $V_{max.отн.3}$ находится из соотношения:

$$V_{max.отн.3} = 1 - W_2 \{ [(1 - V_{min}/V_0(T, J))/W_2]^{M_2} - C_{н.3} \}^{M_1}. \quad (56)$$

Средние значения $V_{max.отн.ср.}$ находятся из соотношения:

$$V_{max.отн.ср.} = 0,5(V_{max.отн.3.1} + V_{max.отн.3}). \quad (58)$$

Абсолютная величина максимума скорости ветра в межполосном пространстве берется равной:

$$V_{max.ср.1} = W_5 V_{oj} \text{ при } M_6 \neq 1; V_{max.ср.1} = W_5 V_o(T, J) \text{ при } M_6 = 1, \quad (59)$$

Выдувание почвы с единицы площади в зоне максимума скоростей ветра в центральной области межполосного пространства при косых ветрах находится из соотношений:

$$\begin{aligned} QP_1 &= 0,1K_2 \cdot K_3 \cdot t_n(J) \cdot (V_{\max, \text{cp.1}} - V_{\text{кр}})^2 \text{ при } M_6 \neq 1; \\ QP_1 &= 0,1K_2 \cdot K_3 \cdot t_n(T, J) \cdot (V_{\max, \text{cp.1}} - V_{\text{кр}})^2 \text{ при } M_6 = 1. \end{aligned} \quad (60)$$

В варианте, когда $L_{\text{мл.кор.1}} \geq L_{\text{мл.пр.}}$ величина $L_{\text{мл.кор.1}}$ принимается равной $L_{\text{СА1}}$, а значения QP_1 рассчитываются по формулам:

$$\begin{aligned} QP_1 &= 0,1K_2 \cdot K_3 (V_{\text{oj}} - V_{\text{кр}})^2 t_n(J) \cdot \text{при } M_6 \neq 1; \\ QP_1 &= 0,1K_2 \cdot K_3 (V_o(T, J) - V_{\text{кр}})^2 t_n(T, J) \cdot \text{при } M_6 = 1. \end{aligned} \quad (61)$$

Зоны выдувания при $IO = 3$ принимаются равными:

$$L_{\text{в.3}} = L_{\text{мл.кор.1}} - L_{\text{мл.кр.кор}}; W_6 = L_{\text{мл.кор.1}} - L_{\text{мл.пр.}} \quad (62)$$

В том случае, когда $L_{\text{в.3}} \leq 0$ принимается $L_{\text{в.3}} = 0$ и $QR_1 = 0$. При $L_{\text{в.3}} > 0$ проверяются условия $W_6 \leq 0$. Если это условие соблюдается, то принимается

$$QR_1 = 0,5QR_1 \cdot L_{\text{в.3}}. \quad (63)$$

При несоблюдении условия $W_6 \leq 0$ используются следующие зависимости:

$$\begin{aligned} L_{\text{в.5}} &= L_{\text{мл.пр}} - L_{\text{мл.кр.кор}}; L_{\text{в.6}} = L_{\text{СА1}} - L_{\text{мл.пр}}; \\ QR_1 &= 0,5L_{\text{в.5}}QP_1 + QP_1L_{\text{в.3}}. \end{aligned} \quad (64)$$

На площадные характеристики выдувания мелкозема в центральной зоне межполосного пространства влияет угол, под которым действует ветер по отношению к лесополосам, окаймляющим межполосную клетку.

При $\alpha = \arctg(L_{\text{мп0}}/L_{1.0})$, $\alpha < 3,14$ и $\alpha \leq 3,14 + \arctg(L_{\text{мп0}}/L_{1.0})$ используется зависимость:

$$Q_{\text{с.3}} = 10^{-4}QR_1Z. \quad (65)$$

В случае же $\alpha < 1,57$, $\alpha \leq 3,14 + \arctg(L_{\text{мп0}}/L_{1.0})$, $\alpha < 4,71$ и $\alpha \leq 6,28 - \arctg(L_{\text{мп0}}/L_{1.0})$ расчет ведется по формуле:

$$Q_{\text{с.3}} = 10^{-4}QR_1Z_2. \quad (66)$$

Выдувание в конкретный временной период и по конкретному направлению ветра (румбу) в межполосной клетке составляет

$$Q_s(T, J) = Q_{s1} + Q_{s2} + Q_{s3}. \quad (67)$$

где Q_{s1} , Q_{s2} – выдувание в угловых зонах межполосной клетки; Q_{s3} – выдувание в центральной зоне межполосной клетки.

Для определения количественных показателей выдувания

почвы за ряд лет и в целом за период ротации древостоя Q_S в модели организован цикл с учетом конкретных лет и румбов ветра. Что же касается среднего за период ротации древостоя выдувания, то оно рассчитывается по формуле:

$$Q_{cp} = Q_S / M, \quad (68)$$

где Q_S – суммарное выдувание мелкозема за период ротации древостоя; M – период ротации древостоя лесополос.

Удельная величина выдувания почвы в межполосной клетке находится исходя из соотношения:

$$Q_{cp.n} = Q_{cp} / S_{л.п.}, \quad (69)$$

где $S_{л.п.}$ – суммарная площадь лесных полос и межполосной клетки.

При этом величина $S_{л.п.}$ рассчитывается по формуле:

$$S_{л.п.} = L_{1.0}L_{мпло} + B_{л.п.}(1)L_{1.0} + B_{л.п.}(2)L_{2.0} + B_{л.п.}(3)L_{мпло} + B_{л.п.}(4)L_{мпло}, \quad (70)$$

где $B_{л.п.}(1)$ $B_{л.п.}(2)$ $B_{л.п.}(3)$ $B_{л.п.}(4)$ – ширина лесополос, окаймляющих межполосную клетку.

Все описанное относится к паровому полю севооборота. Здесь, соответственно, потери почвы от выдувания наибольшие в севообороте. Чтобы учесть изменение потерь почвы по другим полям севооборота вводятся коэффициенты защиты почвы самими сельскохозяйственными растениями. Для придержек можно в этом случае воспользоваться данными табл. 15.

Расчет потерь почвы в межполосных пространствах по непаровым полям севооборота осуществляется по той же схеме, что и на паровом поле, т. е. по схеме, представленной на рис. 8.

После расчетов по всем полям производится складывание потерь почвы от дефляции (блок "суммирования потерь почвы по полям севооборота") и определение среднегодовых общих потерь. Все это осуществляется в автоматическом режиме (см. рис. 1).

На следующем этапе в модели делается сравнение полученного результата с допустимыми потерями почвы, покрываемыми почвообразовательным процессом. Если фактические потери почвы оказываются больше допустимых, автоматически межполосное пространство уменьшается на одну проектную высоту лесополосы

**Стоимость минеральных удобрений и затраты на их внесение в почву
из расчета площади территории, равной 100 га (или 100 т)**

Вид работы	Объем работы	Состав агрегатов		Норма выработки	Кол-во нормосмен	Расход горючего, т
Лущение стерни на глубину 8-10 см	100 га	ДТ-75	ЛД-10	33 га	3	0,253
Погрузка удобрений	100 т	МТЗ-80	ПЭ-0,8	225 т	0,44	0,030
Подвоз удобрений	100 т	МТЗ-80	2ПТС-4	13 т	7,69	0,520
Внесение удобрений	100 га	МТЗ-80	2ПТС-4	44 т	2,30	0,154
Итого (оплата и стоимость горючего)					+	
Амортизация и текущий ремонт					+	
Стоимость удобрений и их доставка, руб.					+ азотных	
					+ фосфорных	
					+ калийных	
Всего затрат по внесению удобрений, руб.						+

(выраженную в метрах) и процесс расчета повторяется. Процедура повторяется до тех пор, пока фактические потери почвы от дефляции в межполосных пространствах на фоне принятого севооборота не станут либо равными, либо меньше допустимых Q_0 . При выполнении отмеченного условия осуществляется выход из расчетной системы определения размеров межполосных пространств на полях севооборота и производится фиксация результата расчетов.

Для облегчения работы по оптимизации параметров лесных полс на землях, подверженных дефляции, может быть использован программный продукт для ЭВМ (прилож. 13, 14).

Далее делается экономическая оценка почвозащитной роли лесомелиорации.

2.8. Экономическая оценка ущерба от выдувания почвы

Эта оценка проводится по методике, которая предполагает осуществлять анализ затрат на восполнение потерь от ветровой эрозии питательных элементов в почве через внесение в нее

удобрений. Причем, в затраты входят как стоимость самих удобрений, так и стоимость их внесения.

Принцип определения этих затрат следующий. Сначала определяются годовые потери почвы от выдувания Q с определенной площади в открытом Q_o и облесенном пространстве (Q_d или $Q_{ф.л.}$). С учетом процента гумуса P_2O_5 и K_2O в почве определяются потери указанных элементов. Переход от гумуса к азоту осуществляется через углерод. Количество азота N равно $0,58 \cdot G/9,8$, где G – количество гумуса (т). Пересчет на аммиачную селитру осуществляется исходя из зависимости $A_c = 2,94N$. Затраты на восполнение потерь азота в эродированной почве составляет $Z_z = C_a \cdot A_c$, где C_a – стоимость одной тонны аммиачной селитры, руб.

Затраты на перевозку принято брать равными 20 % от стоимости соответствующего удобрения. Тогда стоимость всех минеральных удобрений, которые необходимо внести в дефлированную почву для восстановления ее плодородия составит $Z_n = 1,2(Z_z + Z_{ф.} + Z_k)$.

Кроме перечисленных, учитываются затраты на внесение минеральных и органических удобрений ($Z_{в.м.}$, $Z_{в.о.уд.}$). Они рассчитываются на основе технологических карт и нормативов затрат (табл. 16).

Таблица 16

**Корректирующие коэффициенты защитного экрана
на почвенной поверхности [KZ(M)]**

Агрофон	Корректирующие коэффициенты защитного экрана на поверхности почвы [KZ(M)]
Пар черный	1,00
Озимая пшеница поле пара	0,30
Яровой ячмень после озимых	0,50
Подсолнечник после ярового ячменя	0,55
Пар черный после подсолнечника	1,00
Озимая пшеница после озимой пшеницы	0,40
Кукуруза на зерно, подсолнечник, картофель	0,55
Однолетние травы, горох	0,45-0,50
Кукуруза на зеленый корм с подсевом трав	0,40
Многолетние травы	0,01-0,08

Экономическая эффективность почвозащитного влияния лесных полос определяется как разность затрат на восполнение плодородия почвы на открытой и облесенной территории в расчете на всю анализируемую площадь, т. е. $\Delta Z_{п.л.м} = Z_{л.п.} + Z_{о.п.}$, где $Z_{л.п.}$, $Z_{о.п.}$ – затраты на восполнение потерь от дефляции на облесенной и открытой территории.

Для автоматизации расчета может быть использована компьютерная разработка Т. В. Волошенковой [10].

После этой процедуры осуществляется переход на блок оценки агрономического влияния полосащитных лесных полос.

2.9. Теоретическая база для оценки агрономического влияния лесных полос

Как показал анализ литературного материала [12], а также собранные данные, урожайность зерновых сельскохозяйственных культур достаточно четко коррелирует с бонитетом почв. Конечно год от года его величина сильно отличается и зависит существенно от погодных условий вегетационного периода, но если рассматривать этот показатель за достаточно большой период времени осреднив его при этом, то можно получить вполне корректные значения его. Анализ таких данных по Волгоградской, Саратовской и Оренбургской обл., а также Северному Кавказу показывает, что урожайность озимой пшеницы, ярового ячменя, озимой ржи и яровой пшеницы в зависимости от бонитета почв изменяется близко к параболическому закону. При этом, чем больше бонитет почв, тем урожайность отмеченных сельскохозяйственных культур выше. Причем, из отмеченных сельскохозяйственных культур на бонитет почв в большей степени реагирует озимая пшеница и яровой ячмень, а меньше всего – яровая пшеница. Аппроксимировать отмеченную зависимость можно уравнением вида:

$$Y_0 = K \cdot B^{0,5}, \quad (71)$$

где величина K равна: для озимой пшеницы и ярового ячменя – 2,22; озимой ржи – 2,0; яровой пшеницы – 1,4.

Зависимость урожайности зерновых сельскохозяйственных культур от другой важной характеристики почвенного плодородия – гумусности, представляется уравнением вида:

$$Y_0 = 3,2K \cdot G, \quad (72)$$

Вместе с тем, надо отметить, что все это относится к открытому пространству. На защищенной лесными полосами площади, как показывает практический опыт, урожайность сельскохозяйственных культур иная. Она здесь выше, чем на открытом пространстве. Размер прибавки урожайности за период жизни лесонасаждений, как опять же показывает практика, зависит от параметров лесных полос и схемы размещения последних в пространстве, а также от занимаемой лесными полосами площади, условий произрастания, вида сельскохозяйственных культур и ряда других менее важных факторов, т. е. ее зависимость многопозиционна, во-первых, и сложна для математического описания, во-вторых.

Поэтому для ее расчета требуется ввести целый ряд манипуляций и допущений. Они сводятся к следующему. Сначала сравниваются прибавки при проектной высоте и инструктивных межполосных пространствах. Урожайность сельхозкультур за пределами эффективной зоны защиты, принимается такой же, как и на открытом пространстве. Такая же урожайность сельскохозяйственных культур берется на площади, занимаемой лесными полосами. Прибавка урожая на единице площади считается постоянной по всей защищенной области и равной средневзвешенной величине. Далее прибавка сельскохозяйственных культур корректируется с учетом возрастных параметров лесных полос (высоты, ажурности и др.).

При проектной высоте и тридцативысотной величине межполосного пространства, т. е. при инструктивном его размере, валовый сбор зерна Q_3 (ц) очевидно составит:

$$Q_3 = Y_3(L_{мп}L_0)/10^4, \quad (73)$$

где Y_3 – средняя урожайность сельскохозяйственных культур в межполосном пространстве, ц/га; $L_{мп}$ – величина межполосного пространства, м; L_0 – длина межполосной клетки, м.

С площади, занимаемой лесными полосами, недобор продукции составит:

$$Q_{л} = Y_0 \{ [B_{л}(L_{мп} + L_0)] \} / 10^4, \quad (74)$$

где $Q_{л}$ – урожайность сельскохозяйственных культур на открытом пространстве, ц/га; $B_{л}$ – ширина лесных полос, м.

Валовый сбор с площади, защищаемой лесными полосами, составит:

$$Q_{з.л} = \{ Y_3(L_{мп}L_0) + Y_0[B_{л}(L_{мп} + L_0)] \} / 10^4, \quad (75)$$

где $Q_{з.л}$ – валовый сбор с площади, защищаемой лесными полосами, ц.

С открытой площади такого же размера, как описана выше, он составит:

$$Q_{з.о} = \{ Y_0(L_{мп}L_0) + Y_0[B_{л}(L_{мп} + L_0)] \} / 10^4, \quad (76)$$

Тогда средняя прибавка урожайности с единицы защищенной площади при проектной высоте лесных полос составит:

$$P_{ф*ср} = \frac{(Y_3 - Y_0)L_{мп}L_0 - Y_0[B_{л}(L_{мп} + L_0)]}{L_{мп}L_0 + B_{л}(L_{мп} + L_0)}, \text{ ц/га.} \quad (77)$$

Надо отметить, что урожайность в межполосном пространстве зависит и от условий произрастания сельскохозяйственных культур, и от режима влажности, бонитета почв, и от мелиоративных возможностей лесных полос. Анализ прибавок урожайности сельскохозяйственных культур, полученных бывшим отделом экономики ВНИАЛМИ, показал, что с увеличением высоты лесных полос они возрастают, причем не по линейному закону. В области $H_л/H_{п}$ от 0 до 0,2 показатель степени параболы меньше 0,5. В области же $H_л/H_{п}$ от 0,2 до 1,0, эта характеристика возрастает от 0,5 до 1. Переменным является и коэффициент пропорциональности в уравнении параболы. Он также, как и показатель степени, является функцией параметра $H_л/H_{п}$.

Уравнение зависимости $P_л/P_{п}$ от $H_л/H_{п}$ в целом имеет вид:

$$P_j/P_{\phi cp} = a(H_j/H_{II})m, \quad (78)$$

где $m = m_0 + K(H/H_{II})$, $m_0 = 0,17$, $K = 0,83$;

$$a = a_0 + a(H_j/H_{II}), \quad a_0 = 0,43, \quad a = 0,57.$$

Чтобы рассчитать прибавку урожая P_3 , используя уравнение (78), необходимо знать значение $P_{\phi cp}$ (прибавку урожайности сельскохозяйственных культур при достижении лесными полосами проектной высоты). Многолетний опыт, между тем, показывает, что этот параметр зависит от таких характеристик как бонитет почв, климатические параметры вегетационного периода конструкция и ажурность лесных полос. Определяющим показателем, как будет показано ниже, является также размер межполосного пространства, который в районах проявления дефляции может быть меньше тридцати проектных высот.

Чтобы раскрыть функцию для $P_{\phi cp}$ воспользуемся следующим алгоритмом. Сначала определим прибавку урожайности сельскохозяйственных культур в системе лесных полос при проектной высоте и ажурности 35 % последних. Ее, с учетом бонитета почв, при его величине 50 баллов, можно рассчитать по формуле:

$$P_{\phi * c .35p} = [0,6 - \frac{0,5}{1 + \exp(-0,0425B)}]Y_0, \quad (79)$$

где B – бонитет почв, равный 50; Y_0 – урожайность сельскохозяйственных культур на открытом пространстве (находится по формуле 71 или 72).

При формировании зависимостей, для расчета прибавок урожайности сельхозкультур в случаях других ажурностей лесных полос, нами использованы следующие допущения и краевые условия:

при ажурности лесных полос, равной 0-10 %, и на открытом пространстве прибавки берутся равными соответственно $P_{II.0}$ и 0;

при оптимальной ажурности (35 %) прибавка урожайности берется равной той, которая получается при расчете по формуле (79).

Касаясь прибавки $P_{II.0}$, нужно отметить, что она, согласно нормативам, в среднем составляет 0,75 от $P_{\phi .cp35}$, т. е. $P_{II.0} = 0,75 - P_{\phi .cp35}$.

В целом, изменение прибавок урожайности сельскохозяй-

ственных культур в функции от ажурности φ лесных полос, в области от 0 до 35-40 %, аппроксимируется уравнением вида:

$$P_{П\cdot\varphi} = P_{П\cdot 0} + \frac{(P_{\varphi,ср.35} - P_{П\cdot 0})\varphi}{a_m}, \quad (80)$$

где $P_{П\cdot\varphi}$ и $P_{П\cdot 0}$ – прибавки урожайности сельскохозяйственных культур на полях защищенных ажурными лесными полосами при проектной высоте, с ажурностью φ и плотными лесными полосами с ажурностью $\varphi = 0$; φ – ажурность лесных полос в диапазоне от 0 до 35-40 %; a_m – коэффициент, равный 35.

В диапазоне изменения ажурности у лесных полос, с проектной высотой, от 35-40 до 90 % прибавка урожайности рассчитывается по формуле:

$$P_{П\cdot\varphi} = 0,0154P_{\varphi,ср.35}(100 - \varphi). \quad (81)$$

Прибавки, рассчитываемые по формулам (80) и (81) основаны на величине $P_{\varphi,ср.35}$ полученной из зависимости (79), где бонитет почвы B принят равным 50. На этот же бонитет рассчитана и урожайность открытого поля. Чтобы можно было их находить при любых других значениях бонитета почв, нужна определенная корректировка. В принятой схеме расчета. Для этого вводится корректировочный коэффициент K_δ . Он может быть найден из следующего соотношения:

$$K_\delta = \frac{\{0,6[1 + \exp(-0,0425B)] - 0,5\}[1 + \exp(-0,0425B_1)]}{\{0,6[1 + \exp(-0,0425B_1)] - 0,5\}[1 + \exp(-0,0425B)]}, \quad (82)$$

где B , B_1 – бонитет почв 50 и фактический.

Тогда прибавка урожайности в зоне влияния лесных полос ажурной конструкции с ажурностью φ при учете бонитета почв будет равна

$$P_{л.п.\varphi} = P_{п.\varphi} \cdot K_\delta. \quad (83)$$

Нормативные прибавки урожайности рассчитывались исходя из фиксированной зоны, равной $30H_{п}$ ($H_{п}$ – проектная высота), причем $30H_{п}$ бралась одинаковой для лесных полос всех конструкций. Вместе с тем, протяженность мелиоративного влияния, как было показано многочисленными исследованиями [1, 16], яв-

ляется функцией ажурности лесных полос. Особенно это будет проявляться на несформировавшихся системах лесных полос, когда высота лесных полос бывает значительно меньше проектной. Поэтому в формулу необходимо было ввести еще один поправочный коэффициент. Исследования показали, что для диапазона ажурности у лесных полос от 0 до 35-40 % этот коэффициент может быть найден из соотношения вида:

$$\xi\varphi = 0,033[\psi + \chi\varphi + \beta_I(100 - \varphi)^m]\ln(1 + H_n/\eta), \quad (84)$$

где $\eta = 0,1$; $\psi = 5$; $\chi = 0,05$; $\beta_I = 2 \cdot 10^{-4}$; $m = 2$.

Для случая, когда φ лежит в диапазоне от 35-40 % до 90 % можно использовать зависимость вида:

$$\xi\varphi = 0,033[\beta(100 - \varphi) + \beta_I(100 - \varphi)^m]\ln(1 + H_n/\eta), \quad (85)$$

где $\beta = 0,117$.

Таким образом, с учетом выражений (85) и (86) формула (84) будет выглядеть:

$$P_{п,\varphi} = \xi\varphi P_{л.п.} \quad (86)$$

Одним из определяющих параметров, влияющих на мелиоративную составляющую лесных полос, особенно на территориях подверженных дефляции, является размер межполосного пространства. Поэтому, необходима коррекция прибавок урожайности с учетом и этого параметра.

Чтобы раскрыть связь размера прибавки урожая с величиной межполосного пространства, был использован банк опытных данных по урожайности сельскохозяйственных культур бывшего отдела экономики ВНИАЛМИ. Они позволили получить следующее уравнение линейного типа [14]:

$$\Psi = Y_{<30}/Y_{30} = a_{yx} - b_{yx} L_{mn}/H_n, \quad (87)$$

где $Y_{<30}$ и Y_{30} урожайность в системе лесных полос с межполосными пространствами меньшими и равными инструктивным (меньше и равные 30 проектным высотам лесных насаждений); a_{yx} , b_{yx} — коэффициенты, зависящие от условий произрастания сельхозкультур; L_{mn}/H_n — величина межполосного пространства.

Значения a_{yx} , b_{yx} для различных почв и величин бонитета приведены в табл. 17.

Таблица 17

Средневзвешенные значения коэффициентов a_{yx} , b_{yx} для различных почв

Тип почвы	Бонитет почвы	Коэффициент	
		a_{yx}	b_{yx}
Обыкновенные черноземы	119	1,43	0,0150
Предкавказские черноземы	137	1,27	0,0100
Южные черноземы	85	1,36	0,0133
Темно-каштановые почвы	61	1,39	0,0100
Каштановые почвы	50	1,63	0,0230
Светло-каштановые почвы	33	1,45	0,0150

Если представить графически связь между бонитетом почв и значениями a_{yx} и b_{yx} , то можно отметить, что она нелинейная. Описать ее для a_{yx} можно логарифмической аналитической зависимостью вида

$$a_{yx} = 2 - 0,1091n(1 + 2B). \quad (88)$$

Для коэффициента b_{yx} имеем необходимую зависимость:

$$a_{yx} = 2 - 0,0278 - 0,004\ln(1 + 0,3B) \quad (89)$$

Тогда при межполосных расстояниях меньше $30H_{\Pi}$ прибавка сельхозкультур на лесомелиорированной территории составит:

$$P_{с.п.ф} = \psi_I P_{п.ф}. \quad (90)$$

Таким образом, урожайность в системе лесных полос при их проектной высоте будет равна:

$$Y_{L/H} = Y_0 + P_{с.п.ф}, \quad (91)$$

где Y_0 – урожайность сельскохозяйственной культуры, рассчитанная по зависимости (71).

Все рассмотренное выше касалось систем лесных полос с проектной высотой. На самом же деле, в течение жизни древостоев их высота изменяется, а отсюда и мелиоративные свойства лесных полос также трансформируются. Из зависимости (78) видно, чтобы найти прибавку урожайности в любой период жизни древостоя необходимо знать характер изменения H_j/H_{Π} , который зависит и от древесной породы лесных полос, и от лесорастительных условий.

Нужно рассматривать три временных периода. Первый из них, когда лесные полосы занимают сельскохозяйственную площадь, а эффекта не дают, второй, когда этот эффект переменный, третий, когда этот эффект стабилизируется. В первый период осуществляется отвод земли под лесные полосы, проводится ее подготовка для посадки деревьев, осуществляется посадка деревьев, происходит их некоторый рост, но слабое влияние на окружающую среду. Во втором периоде древостой растет до проектной высоты (это примерно 80 % от ротационного периода древостоя). В третьем периоде (20 % от ротационного периода) эффект от лесных полос, как отмечалось выше, можно принять постоянным.

Принимая такую концепцию, будем иметь:

В первый временной период – потерю урожая равную

$$Q_{П.о.} = Y_0 \left[\frac{B_{л}(L_{мп} + L_0)}{10^4} \right] N_{л.1}, \quad (92)$$

где Y_0 – урожайность на открытом пространстве (см. зависимости 71 или 72); $B_{л}$ – ширина лесных полос, м; $L_{мп}$ – величина межполосного пространства, м; L_0 – длина межполосной клетки, м; $N_{л.1}$ – число лет в первом периоде.

Если говорить о валовом урожае на облесенной и открытой территории, то можно отметить, что на территории с создаваемыми лесомелиоративными структурами он в первом временном периоде будет равен:

$$Q_{п.л} = Y_0 L_{мп} \cdot L_0 \cdot N_{л.1} / 10^4. \quad (93)$$

На открытой же территории в этот период имеем:

$$Q_{П.о.} = Y_0 \left[\frac{L_{мп} \cdot L_0}{10^4} + \frac{B_{л}(L_{мп} + L_0)}{10^4} \right] N_{л.1}. \quad (94)$$

Во втором временном периоде валовый урожай на облесенном поле составит:

$$Q_{п.э.л} = \sum_{j=1}^{N_{л.э}} (Y_0 + P_j) L_{мп} \cdot L_0 / 10^4, \quad (95)$$

где $N_{л.э}$ – число лет во втором периоде; j – годы периода; P_j – возрастная прибавка урожайности на облесенном поле, ц/га.

На открытом пространстве в этот период валовый урожай

будет иметь величину:

$$Q_{п.э.о.} = Y_0 \left[\frac{L_{мп} \cdot L_0}{10^4} + \frac{B_{л}(L_{мп} + L_0)}{10^4} \right] N_{л.э}, \quad (96)$$

В третий временной период расклад будет следующим:

облесенное поле

$$Q_{л} = (Y_0 + P_{с.л.ф}) L_{мп} \cdot L_0 \cdot N_1 / 10^4, \quad (97)$$

где $P_{с.л.ф}$ – прибавка урожайности от лесной мелиорации при проектной высоте лесонасаждений, ц/га; N – число лет в третьем периоде;

открытое поле

$$Q_{0*} = Y_0 \left[\frac{L_{мп} \cdot L_0}{10^4} + \frac{B_{л}(L_{мп} + L_0)}{10^4} \right] N_*, \quad (98)$$

Суммарный валовый урожай на облесенном поле

$$\begin{aligned} Q_{с.л} = Y_0 \left[\frac{L_{мп} L_0}{10^4} + \frac{B_{л}(L_{мп} + L_0)}{10^4} \right] N_{л.1} + \sum_{j=1}^{N_{л.э}} (Y_0 + P_j) L_{мп} \cdot \frac{L_0}{10^4} + \\ + \frac{(Y_0 + P_{с.п.ф*}) L_{мп} L_0 N_*}{10^4} = \frac{Y_0 L_{мп} \cdot L_0 (N_{л.1} + N_*)}{10^4} + \frac{Y_0 B_{л} N_{л.1} (L_{мп} + L_0)}{10^4} + \\ + \frac{P_{с.п.ф*} L_{мп} L_0 N_*}{10^4} + \sum_{j=1}^{N_{л.э}} (Y_0 + P_j) L_{мп} L_0 / 10^4. \end{aligned} \quad (99)$$

В открытом пространстве имеем

$$Q_{с.о} = Y_0 (N_{л.1} + N_{л.э} + N_*) \left[\frac{L_{мп} \cdot L_0}{10^4} + \frac{B_{л}(L_{мп} + L_0)}{10^4} \right]. \quad (100)$$

Эффект от лесной мелиорации может быть определен из соотношений:

$$\Delta Q_{л.м} = Q_{сл} - Q_{с.о}, SC_{А.в} = \Delta Q_{сл} \cdot C_3, \quad (101)$$

где C_3 – закупочная стоимость 1 т зерна, руб.

Все описанное выше касалось принципа, когда прибавка рассчитывалась на все поле окаймляемое лесными полосами. Важно, вместе с тем, проследить каким образом формируется эта характеристика непосредственно в зоне эффективного влияния лесных полос, которая, между прочим, в течение жизни древо-стоя существенно изменяется.

В одной из наших работ [7] показано, как формируются зоны защиты в функции розы ветров и отмечается, что влияние лесных полос на ветер определяется целым комплексом факторов. Из

представленной в ней схемы следует, что средневзвешенная зона защиты от всех направлений ветра в случае величины межполосного пространства $L_{mn} > (L_{3\max} + L_{H\max})$, где $L_{3\max}$ и $L_{H\max}$ – максимальная протяженность зоны влияния лесных полос с наветренной и заветренной сторон, может быть представлена уравнением вида

$$S_{cp.3} = \frac{1}{\sum_1^n \tau_i} \left\{ \sum_1^n \frac{1}{\tau_i} [(a_{1i}H_{01} + a_{2i}H_{02})L_{0\sin\alpha_i} + (a_{1i}H_{B1} + a_{2i}H_{B2})L_{mn\cos\alpha_i} - (a_{1i}H_{B1} + a_{2i}H_{B2}) \cdot (a_{1i}H_{01} + a_{2i}H_{02})\sin\alpha_i\cos\alpha_i] \tau_i \right\}, \quad (102)$$

где α_{1i} , α_{2i} , α_{1i} , α_{2i} – функции, зависящие от условий роста дерева, его ажурности и направления ветра (в расчетах их находят по формулам 104): $H_{0,1}$, $H_{0,2}$ – высота по проекту ветроударной и подветренной лесной полосы; L_0 , L_{mn} – длина основной лесной полосы и величина межполосного пространства; α_i – угол направления ветра; τ_i – повторяемость ветров при угле α .

Защитные зоны с заветренной стороны ветроударной лесной полосы и наветренной стороны неветроударной рассчитываются по формулам:

$$L_3 = \lambda_1 H \ln(1 + H/\eta_1); L_H = \lambda_2 H \ln(1 + H/\eta_2), \quad (103)$$

где λ_1 , λ_2 – коэффициенты, зависящие от ажурности лесных полос; η_1 , η_2 – коэффициенты, в среднем равные 0,1. H – высота лесных полос, м.

Значения λ_1 при ажурности ϕ в интервале от 0 до 40 % рассчитывается по формуле $\lambda_1 = (\Psi + \chi\phi)$, а в интервале $\phi > 40$ % – по формуле $\lambda_1 = \beta(100 - \phi)$. Значения Ψ , χ и β равны соответственно 5; 0,05 и 0,117. Что касается коэффициента λ_2 , то он рассчитывается по формуле $\lambda_2 = \beta_1(100 - \phi)^m$, где β_1 и m равны соответственно $2 \cdot 10^{-4}$ и 2.

Таким образом, при перпендикулярном по отношению к лесным полосам, ветре величины α_1 , α_2 , α_1 , α_2 будут соответственно равны:

$$\begin{aligned} \alpha_1 &= \lambda_1 \ln(1 + H_{01}/\eta_1); \alpha_2 = \lambda_2 \ln(1 + H_{02}/\eta_2), \\ \alpha_1 &= \lambda_1 \ln(1 + H_{01}/\eta_1); \alpha_2 = \lambda_2 \ln(1 + H_{02}/\eta_2). \end{aligned} \quad (104)$$

При углах направления ветра $\alpha \neq 90^\circ$ коэффициенты λ_1 , λ_1 , λ_2

и λ_z становятся зависимыми и от изменения ажурности φ лесных полос и от ширины их B . Поэтому необходимо иметь зависимости еще и для функций $\varphi = f(\alpha)$ и $\varphi = f(B)$. Алгоритм их нахождения подробно описан в работе [1]. Там же даны и математические зависимости для их нахождения. Поэтому здесь не будем на этом останавливаться.

На защищенной площади урожайность сельскохозяйственных культур выше, чем на открытом пространстве. Моделируя этот процесс, в целом для межполосного пространства нами принимается следующее допущение. Прибавка урожая на единице площади считается по всей защищенной области постоянной и равной статистической величине. С учетом этого валовый сбор Q_z сельскохозяйственной продукции с защищенной площади межполосной клетки принимается равным:

$$Q_z = Y_z S_{cpz} + (L_M - L_o - S_{cpz}) Y_o, \quad (105)$$

где Y_z, Y_o – урожайность на защищенной и открытой территории; S_{cpz} – защищенная площадь в межполосной клетке.

Для расчета валового сбора сельскохозяйственной продукции на открытой территории используется зависимость вида:

$$Q_o = Y_o [L_{мп} L_o + B_{л} (L_{мп} + L_o)] / 10^4, \quad (106)$$

где $B_{л}$ – ширина лесной полосы, м.

Отсюда для расчета прибавки урожая на единице защищенной площади можно использовать формулу:

$$P_{cp} = \frac{[Y_z S_{cpz} + (L_{мп} - S_{cpz}) Y_o] - Y_o [L_{мп} L_o + \hat{A}_{л} (L_{мп} + L_o)]}{[L_{мп} L_o + \hat{A}_{л} (L_{мп} + L_o)]}, \quad (107)$$

Нужно учитывать и еще один важный момент, а именно то, что защищенность межполосной клетки существенно зависит от высоты лесных полос. Отсюда нами принят следующий подход. В первый временной период (примерно 4 года), когда осуществляется подготовка почвы под посадку лесных полос и происходит некоторое смыкание крон древостоев, зона защиты и прибавка урожайности сельхозкультур считаются нулевыми. Во втором временном периоде она зависят от высоты лесных полос. В третьем временном

периоде этот показатель считается постоянным.

Принимая такое допущение и учитывая все математические выкладки, сделанные ранее в размере всего поля, окаймленного лесными полосами, нами, непосредственно для зоны защиты, получены следующие математические выражения:

первый временной период:

$$Y_3(j) = Y_0; \quad (108)$$

второй временной период:

$$Y_3(j) = \frac{Q_{п.э.л}(j) \cdot 10^4}{30H(j) \cdot L_0}, \quad (109)$$

где $Q_{п.э.л}(j)$ – валовый урожай по годам на облесенной территории, ц; $H(j)$ – текущая высота лесных полос, м; L_0 – длина основных лесных полос, м.

третий временной период

$$Y_{3.3} = \frac{Q_{л} \cdot 10^4}{30H_{п} \cdot L_0 \cdot N}, \quad (110)$$

где $Q_{л}$ – валовый урожай по годам на облесенной территории, ц; $H_{п}$ – проектная высота лесных полос, м; L_0 – длина основных лесных полос, м; N – число лет в третьем периоде.

На открытом пространстве урожайность составляет:

$$Y_0 = Q_0 \cdot 10^4 / [L_{мп} \cdot L_0 + B_{л}(L_{мп} + L_0)] N, \quad (111)$$

где $L_{мп}$ – величина межполосного пространства, м; L_0 – длина основных лесных полос, м; $B_{л}$ – ширина лесных полос, м; N – число лет взятых в расчет; Q_0 – валовый урожай на открытом пространстве, ц.

2.10. Информационная база данных для расчета агрономической эффективности систем лесных полос на землях, подверженных дефляции

Разработанная база данных составляет единую структуру с разработанной базой данных ветроэрозионного потенциала. Вместе с тем она предназначена для решения другой узкоспециализирован-

ной задачи. Блок-схема встраивания ее в общую структуру показана на рис. 9, из которого видно, что разработанная база данных работает в автономном режиме и требует использования диалогового режима. Закладываемая в ней нумерация почв, согласована с той, которая принята в базе данных для расчета противодефляционной устойчивости почв. Принцип функционирования ее следующий.

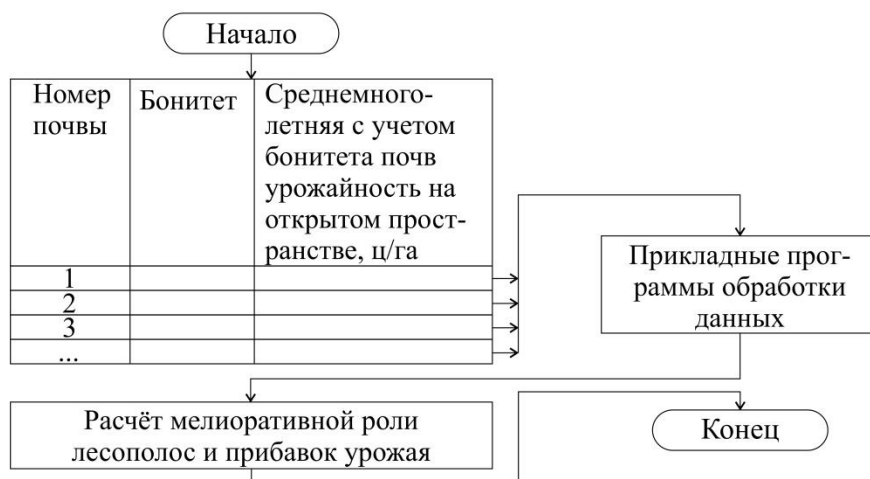


Рис. 9. Схема базы данных для расчета агрономического влияния лесополос

После установления противодефляционного потенциала почв проверяется условие по возможности лесомелиорации. Если такая возможность отсутствует, то осуществляется проверка на возможность использования территории для сельскохозяйственного использования. Если таковая отсутствует, то осуществляется вывод результатов на печать. В том же случае, когда лесомелиорация и сельхозпроизводство возможны, осуществляется переход к базе данных по урожайности сельхозкультур, производятся ввод данных и соответствующие расчеты с помощью блока приложения и осуществляется выход на программу расчета прибавок урожая.

Исходной основой для создания информационной базы данных, требующейся при расчете прибавок урожая на облесенной территории, являлись многолетние данные об урожайности сельхозкультур на открытом пространстве (контроле), находящиеся в фонде института и открытой печати, а также материалы по бонитировке почв (в т. ч. и с использованием а. с. № 2014616580, см. прилож. 15). Из всех почв в базу, используемую при расчете урожайно-

сти и прибавок урожайности на облесенной территории, включаются только те почвы, которые пригодны для сельскохозяйственного использования. При этом регламентация производилась по специальному коду. Доступ к базе данных об урожайности сельхозкультур прямой. Нужная запись выбирается по номеру почвенного контура.

Обработку данных, содержащихся в БД пользователь осуществляет, пользуясь программой управления БД (с помощью так называемого приложения БД), на выходе которой получают среднестатистическую величину урожайности сельскохозяйственной культуры (озимые и яровые зерновые).

Приложение к базе данных формировалось в среде Delphi-7, которая относится к системе визуального программирования, называемого также системой RAD (Rapid Application Development). Разработка приложения в Delphi включает два взаимосвязанных этапа: создание пользовательского интерфейса приложения и определение функциональности приложения. Пользовательский интерфейс приложения предназначен для определения способа взаимодействия пользователя и приложения, а также того, каким образом пользователь должен управлять приложением. Интерфейс конструировался путем размещения в форме компонентов, называемых интерфейсными компонентами или элементарными элементами управления. Создавался пользовательский интерфейс приложения с помощью окна "формы", которое в среде разработки представляет модель формы времени выполнения.

Функциональность приложения определяется процедурами, которые выполняются при возникновении определенных событий, происходящих при действиях пользователя с элементами управления формы. Таким образом, в процессе разработки приложения в форму помещаются компоненты и для них устанавливаются необходимые свойства, создаются обработчики событий. Методика создания пользовательского интерфейса и описание функционально-

сти приложения подробно освещаются в работе [18].

База данных для расчета прибавок урожая на облесенной территории строилась с учетом следующего алгоритма. Сначала, используя бонитировку почв по их типу (табл. 18), находят связку

Таблица 18
**Бонитировка различных типов
почв Северного Кавказа
и Нижнего Поволжья**

Наименование почвы	Бонитет почв
Черноземы выщелоченные	145-147
Черноземы предкавказские	137
Черноземы обыкновенные	119
Черноземы южные	85
Темно-каштановые	61
Каштановые	50
Светло-каштановые	33

урожайности различных сельхозкультур с бонитетом почв на открытом пространстве. При этом используют осредненные данные работ [7, 8, 11, 12]. Исследовательский материал представлен в табл. 19-23.

М. Н. Ракутиным [11], использовавшим методику бонитировки, приведенную в статье Е. Дегтяревой, А. Жулидовой,

Таблица 19

**Связь между урожайностью сельскохозяйственной культуры,
содержанием гумуса и бонитетом**

Сельскохозяйственная культура	Содержание гумуса, %	Бонитет почв	Урожайность, ц/га
Озимая пшеница	3,4	119	23,9
	3,6	137	26,0
	2,9	85	21,0
	2,2	50	16,9
	1,8	33	11,9
Ячмень яровой	3,4	119	24,3
	2,9	85	20,5
	2,2	50	17,3
	1,8	33	11,1
Озимая рожь	3,4	119	22,0
	2,9	85	19,5
	2,6	70	15,1
	1,8	33	10,0
Яровая пшеница	3,4	119	14,6
	2,9	85	13,0
	2,2	50	10,0
	1,8	33	8,0

М. Ракутина [8], приводится соотношение между содержанием гумуса в почве, бонитетом почвы и урожайностью зерновых культур (см. табл. 20).

Таблица 20

Предварительная бонитировочная шкала почв Волгоградской обл. по основным диагностическим признакам и урожайности зерновых культур

Почва	Содержание гумуса, %	Бонитет почв	Урожайность, ц/га
Чернозем обыкновенный, среднесуглинистый	3,5	115	17,0
Чернозем маломощный тяжелосуглинистый	3,3	100	15,8
Чернозем южный среднесуглинистый	3,0	88	14,8
Чернозем маломощный тяжелосуглинистый	2,9	82	14,0
Темно-каштановая тяжелосуглинистая	2,7	72	12,7
Каштановая тяжелосуглинистая	2,6	64	11,9
Каштановая суглинистая	2,5	61	12,0
Светло-каштановая тяжелосуглинистая	2,4	59	11,2

Таблица 21

Поправочные коэффициенты для различных разновидностей почв [20]

Свойства, снижающие плодородие почв	Поправочные коэффициенты			Свойства, снижающие плодородие почв	Поправочные коэффициенты		
	Степень проявления				Степень проявления		
	слабо	средне	сильно		слабо	средне	сильно
Солонцеватость	0,95	0,85	0,7	Солончаки	-	-	0,01
Солонцы: глубокие	-	0,30	-	Переувлажнение	0,85	0,70	0,50
средние	-	0,20	-	Лугово-болотные и болотные почвы	-	-	0,10
мелкие	-	0,10	-	Осолелость	0,61	0,54	0,40
Щебенчатость	0,90	0,80	0,6	Слитость	-	0,64	-
Засоленность	0,80	0,50	0,2	Размытость	0,75	0,45	0,10

При учете других свойств при бонитировке почв, исследователями предлагается ввод специальных коэффициентов. В работе [20], например, предлагаются значения, приведенные в табл. 21.

**Поправочные коэффициенты к почвенным разностям по гранулометрическому составу,
эродированности и солонцеватости**

Тип почвы	По гранулометрическому составу						Эродированность			По видам солонцов		
	глини- стые	тяжело- суглини- стые	суглини- стые	легкосу- глини- стые	супесча- ные	песча- ные	слабая	средняя	сильная	глубо- кие	средние	корко- вые
Чернозем обыкновенный	0,9	1,0	0,8	0,7	0,5	0,3	0,9	0,8	0,5	0,6	0,4	0,2
Чернозем южный	0,9	1,0	0,8	0,7	0,5	0,3	0,9	0,8	0,5	0,6	0,4	0,2
Темно- каштановые	0,9	1,0	0,9	0,7	0,6	0,3	0,9	0,7	0,5	0,6	0,5	0,2
Каштановые	0,7	0,9	1,0	0,8	0,6	0,3	0,9	0,7	0,5	0,6	0,5	0,3
Светло- каштановые	0,7	0,9	1,0	0,8	0,6	0,3	0,9	0,7	0,5	0,6	0,5	0,3

Оценочные данные по почвам и урожайности с/х культур [12]

Культура	Ширина ЛП, м	Высота ЛП, м	Бонитет почвы	Урожайность с/х культуры, ц/га		Прибавка урожая	
				в зоне 0-30Н	на контроле	ц/га	%
2	3	4	5	6	7	8	9
Озимая пшеница	15,0	8,5	119,0	24,9	20,8	4,1	20,0
	10,5	10,0	119,0	37,4	26,3	11,1	42,0
	60,0	6,5	85,0	17,8	14,6	3,2	22,0
	12,0	6,0	119,0	34,1	31,0	3,1	6,0
Ячмень яровой	12,0	6,0	50,0	20,4	18,5	1,9	13,0
	15,0	7,0	50,0	21,3	18,0	3,3	18,0
Яровая пшеница	7,0	5,0	33,0	10,4	8,1	2,3	28,0
	20,0	7,0	33,0	10,9	7,8	3,1	40,0
Ячмень	18,0	8,0	50,0	16,2	15,5	0,7	4,0
Яровая пшеница	18,0	9,0	85,0	15,4	13,0	2,4	18,0
Озимая пшеница	15,0	8,0	33,0	13,1	11,5	1,6	14,0
Яровая пшеница	42,0	7,0	33,0	10,3	8,0	2,3	29,0
Ячмень	30,0	12,0	33,0	13,7	11,1	2,6	20,0
Яровая пшеница	12,0	9,5	119,0	19,5	18,0	1,5	8,0
Озимая пшеница	20,0	8,5	85,0	10,5	10,0	5,5	55,0
Ячмень	20,0	5,0	85,0	19,3	19,0	0,3	2,0
Озимая пшеница	12,5	10,0	85,0	33,0	27,5	5,5	20,0
Яровая пшеница	21,0	2,0	50,0	11,8	10,0	1,8	18,0
Ячмень	21,0	6,0	85,0	19,8	14,5	5,3	37,0
Озимая рожь	7,5	9,0	85,0	22,6	19,5	3,1	16,0
Яровая пшеница	9,0	6,5	119,0	27,2	20,5	6,7	33,0
Яровой ячмень	12,0	8,0	119,0	31,1	27,5	3,6	13,0
Яровая пшеница	12,0	7,0	119,0	17,2	14,0	3,2	29,0
	12,0	7,0	119,0	15,9	14,0	1,9	7,0
	12,0	7,0	119,0	14,9	13,4	1,5	11,0
	12,0	7,0	119,0	15,1	14,5	0,6	4,0
	10,5	8,0	119,0	13,9	12,8	1,1	9,0
	12,0	7,0	119,0	12,1	10,1	2,0	20,0
Озимая пшеница	10,5	7,0	119,0	20,1	18,8	1,3	7,0
	12,0	8,0	119,0	15,9	14,8	1,1	7,0
Яровой ячмень	10,0	9,5	119,0	23,1	22,0	1,1	5,0
	10,0	9,0	119,0	25,1	22,0	3,1	14,0
Озимая пшеница	10,5	12,0	119,0	25,0	24,0	1,0	4,0
	10,5	12,0	119,0	34,2	24,0	10,2	4,0
Яровая пшеница	20,0	10,0	119,0	16,2	14,4	1,8	1,0

1	2	3	4	5	6	7	8
Озимая рожь	20,0	10,0	70,0	17,8	15,1	2,7	1,0
Озимая пшеница	21,0	15,0	119,0	35,3	25,0	10,3	4,0
Яровой ячмень	21,0	15,0	119,0	25,0	20,0	5,0	2,0
	21,0	15,0	119,0	31,0	20,0	11,0	- "-
Озимая пшеница	20,0	15,0	119,0	25,2	24,0	1,2	
Яровой ячмень	20,0	15,0	119,0	25,6	25,0	0,6	2,0
Озимая пшеница	19,0	13,0	119,0	27,6	26,0	1,6	6,0
	18,0	10,0	119,0	37,6	26,3	11,3	43,0
	18,0	10,0	119,0	25,8	25,0	0,8	3,0
Яровой ячмень	12,0	10,0	119,0	25,9	25,1	0,8	3,0
Озимая пшеница	12,0	10,0	119,0	36	30,0	6,0	20,0
Рожь	12,0	10,0	119,0	23,7	22,0	1,7	8,0
Яровой ячмень	12,0	10,0	119,0	25,8	24,0	1,8	8,0
	18,0	6,0	85,0	17,3	16,0	1,3	8,0
	12,0	9,0	137,0	34,0	30,1	3,9	13,0
	13,5	9,0	137,0	45,1	40,2	4,9	12,0
Озимая пшеница	16,5	11,0	137,0	40,1	35,5	4,6	13,0
	16,5	11,0	137,0	41,1	37,1	4,0	11,0
	19,5	12,0	137,0	51,5	42,3	9,2	22,0
	27,0	10,0	137,0	32,3	22,9	9,4	41,0
	16,5	10,0	137,0	40,4	36,3	4,1	11,0
	16,5	10,0	137,0	37,0	32,5	4,5	14,0
	19,5	10,0	137,0	41,9	39,0	2,9	7,0
	32,0	10,0	119,0	40,2	36,2	4,0	11,0
	20,0	12,0	119,0	27,6	22,1	5,5	25,0
	20,0	7,0	50,0	12,5	11,1	1,4	13,0
	20,0	6,0	50,0	11,1	10,5	0,6	6,0
	20,0	12,0	50,0	27,4	22,0	5,4	24,0
	20,0	12,0	50,0	30,5	25,0	5,5	22,0
	24,6	6,0	85,0	22,4	18,0	4,4	24,0
	24,6	6,0	85,0	28,5	25,5	3,0	12,0
	24,6	6,0	85,0	26,0	23,0	3,0	13,0
	15,0	4,0	85,0	22,8	20,2	2,6	13,0
	15,0	4,0	85,0	27,4	23,0	4,4	19,0
	12,0	4,0	85,0	16,3	13,1	3,2	24,0
	12,0	4,0	85,0	14,2	13,0	1,2	9,0
	12,0	2,0	50,0	19,9	17,8	2,1	12,0
	12,0	3,0	50,0	18,2	15,0	3,0	21,0
	12,0	3,0	33,0	14,0	9,6	4,4	46,0
	12,0	7,0	137,0	28,1	26,0	2,1	8,0

1	2	3	4	5	6	7	8
Озимая пшеница	12,0	6,0	137,0	19,3	18,0	1,3	7,0
	12,0	7,0	137,0	33,1	31,0	2,1	7,0
	18,0	10,0	137,0	32,9	30,0	2,9	10,0
	18,0	10,0	137,0	21,3	18,0	3,3	18,0
	12,0	6,0	33,0	20,5	13,5	17,0	18,0
	20,0	6,0	33,0	14,1	9,0	7,5	17,0
Озимая пшеница и ячмень	13,7	10,7	137,0	40,8	38,6	2,3	6,0
	15,0	8,5	119,0	31,0	28,5	2,5	9,0
	14,7	7,4	119,0	31,9	28,8	3,1	11,0

М. Н. Ракутин [11] предлагает поправочные коэффициенты, представленные в табл. 22.

Используя обобщающий научный материал и поправочные коэффициенты к почвенным разновидностям, нами проведена оценка почв Ставропольского края. Была создана компьютерная база данных, включающая 276 разновидностей почв. Общий диапазон бонитета почв лежит в интервале от 10 до 149, но есть контуры (в основном пески и песчаные почвы, солончаки, солонцевато-солончаковые почвы), где этот показатель снижается до 5-7. Аналогично, по урожайности зерновых культур, почвы в основном лежат в ряду от 4,4-7,0 ц/га до 17,1-27,1 ц/га. На песках и песчаных почвах, солончаках, солонцевато-солончаковых почвах урожайность снижается до 3,1-6,0 ц/га.

Кроме работы по бонитировке почв и их разновидностей, а также урожайности зерновых сельскохозяйственных культур на открытом пространстве был собран достаточно обширный материал, с учетом бонитета почв и урожайности на них для лесомелиорированной пашни. Оценены также прибавки урожайности для различных зерновых сельскохозяйственных культур от лесной мелиорации [7, 12]. При этом учитывалась как ширина лесных полос, так и их высота. Результаты отмеченной работы, представленные в табл. 23, показывают, как урожайность, так и

прибавка от влияния лесных полос, очень сильно варьируют. И, тем не менее, соотносить бонитет почв и отмеченные показатели все таки можно. Вместе с тем этот материал является хорошим идентификатором расчетных данных.

И последнее, следует учитывать и тот факт, что в целом урожайность изменяется во времени в связи с изменяющимися, с одной стороны, условиями вегетации, а другой – в связи с изменяющимися климатическими условиями. В этом плане полезны будут программы ЭВМ, за № 2015612482 и 2014616580 (прилож. 14, 15).

После выхода из этого блока осуществляется следующая параметрическая оценка. Она касается работы техники в условиях ограниченного пространства межполосной клетки.

2.11. Теоретическая база для расчета потерь производительности при работе в межполосном пространстве шириной LVPD

Касаясь математической основы для оценки работы техники в условиях ограниченного пространства межполосной клетки отметим, что она формировалась по трем направлениям работы сельскохозяйственных агрегатов – вдоль основных лесных полос (угол $\alpha = 0$), перпендикулярно им (угол $\alpha = \pi/2$) и острым углом к ним (угол $\alpha \neq 0$, угол $\alpha \neq \pi/2$).

В том случае, когда работа сельскохозяйственной техники осуществляется параллельно основным лесным полосам, число проходов рассчитывается по формуле $N_0 = L_{мп}/B$, где $L_{мп}$ – ширина межполосной клетки, м; B – ширина захвата сельскохозяйственного агрегата, м (рис. 10). При дробном значении N_0 производится округление. Для этого отбрасывается дробная часть и находится значение N_{01} , которое сравнивается с N_0 . Если разница между N_0 и N_{01} меньше 0,5, то берется значение N_0 . Если же она больше 0,5, то значение проходов N_{02} берется равным $N_{01} + 1$. Что касается площади одного прохода (S_0) в этом случае, она равняется

$L_0 B / 10^4$. Рабочая же длина гона L_p здесь составляет L_0 . Время одного прохода T_0 составит S_0 / P_p , где P_p – производительность агрегатов при длине гона L_0 . Что же касается суммарного времени работы в межполосной клетке при движении агрегатов параллельно основным лесным полосам то оно рассчитывается по формулам $T_0 = S_0 / P_p$ и $T_{s0} = T_0 N_{0.2}$. Площадь одного прохода поперек межполосной клетки (поворотная зона для сельскохозяйственных агрегатов) $S_{пол} = L_{мп} B / 10^4$ (длина $L_p = L_{мп}$).

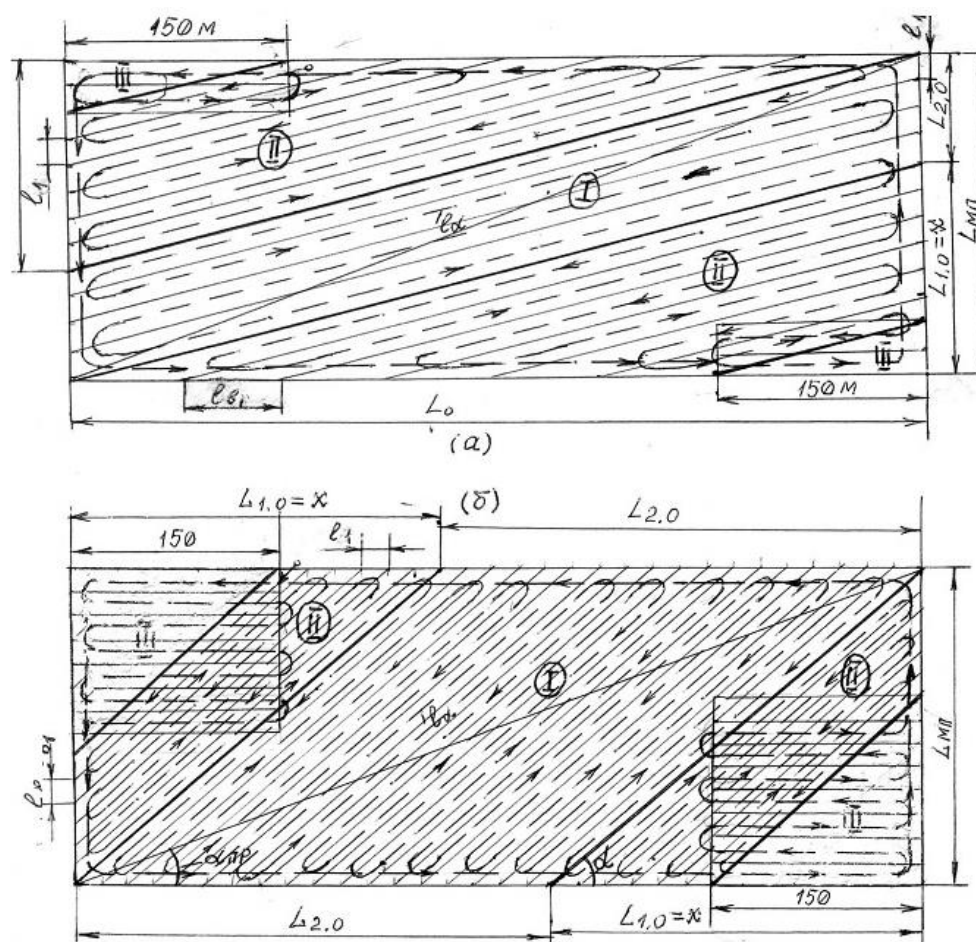


Рис. 10. Схема проведения работ при угле $\alpha \leq \alpha_{пр.}$ и $\alpha > \alpha_{пр.}$

Далее для длины L_p по справочнику определяется производительность сельскохозяйственного агрегата и вычисляется время его работы $T_{пол} = S_{пол} / P_p$ при одном проходе. Суммарное же время при обработке поворотных областей межполосной клетки $2T_{пол} + 2T_0$. Общее же время работы будет равно $T_{s,0} + 2T_{пол} + 2T_0$.

При работе поперек клетки число проходов рассчитывается по формуле $N_{оп} = L_0/B$, где L_0 – длина большой стороны межполосной клетки. Если, как и в первом случае, величина $N_{оп}$ окажется дробной, то поступают аналогично описанному выше. Сначала отбрасывается дробная часть, затем осуществляется сравнение полученной величины с $N_{оп}$ – Если разница меньше 0,5, то берут величину $N_{оп.1}$ с отброшенной дробной частью, если больше, то к этой величине добавляют 1 – имеем $N_{оп.2}$. Рабочая длина в этом случае равна $L_{мп}$ (т. е. $L_p = L_{мп}$), а площадь одного прохода $S_{поп}$ будет равна $L_{мп}B$. Время $T_{поп}$ прохода площади $S_{поп}$ равно $S_{поп}/P_p$, где P_p – производительность сельскохозяйственного агрегата при длине гона L_p . Суммарное же время работы машинотракторного агрегата составит $T_{с.о.1} = T_{поп}N_{оп.2}$. Можно для суммарного времени работы сельхозтехники использовать и другие зависимости:

$$S_0 = L_0B/10^4; L_p = L_0; T_0 = S_0/P_p; T_{с0} = T_{с.о.1} + 2T_0 + 2T_{поп}, \quad (112)$$

где $T_{с.о.1}$ – находится с использованием цикла.

При углах работы в межполосной клетке, отличных от нуля и $\pi/2$, рассматриваются условия по трем зонам (рис. 10) – центральной, где длина гона не меняется, и двух угловых, где она меняется существенно.

Начнем с центральной области. Здесь может быть два варианта: угол работы агрегата меньше угла диагонали межполосной клетки, и когда он больше его. В случае $\alpha < \alpha_{пр}$, где $\alpha_{пр} = |\arctg(L_{мп}/L_0)|$ используются математические зависимости:

$$l_\alpha = L_0/\cos\alpha; l_1 = B/\sin\alpha; L_{1.0} = L_0\sin\alpha/\cos\alpha; L_{2.0} = L_{мп} - L_{1.0}; \\ l_\alpha = DLGON(l); x = l\alpha\sin\alpha, N_l = L_3\cos\alpha/B, \quad (113)$$

где L_0, B – длина межполосной клетки и ширина одного прохода сельхозагрегата $l_\alpha, l_1, L_{1.0}, L_{2.0}, x$ – характерные участки, выделяемые на отдельных сторонах межполосной клетки; N_l – число проходов в центральной области межполосной клетки.

При $\alpha > \alpha_{пр}$ имеем другой случай. Здесь нужно использовать следующие зависимости:

$$l_\alpha = L_{Mn}/\sin\alpha; l_\alpha = B/\sin\alpha; L_{1.0} = L_{Mn} - \cos\alpha/\sin\alpha; L_{2.0} = L_0 - L_{1.0};$$

$$l_\alpha = DLGON(l); x = l_\alpha - \cos\alpha; N_t = L_{2.0}\sin\alpha/B, \quad (114)$$

При дробном значении N_1 необходимо округление. Для этого осуществляются следующие процедуры: находится N_2 путем отбрасывания дробной части у N_1 к N_2 прибавляется 1 и получают N_3 , находится разность между N_1 и N_2 (т. е. получают N_4). Далее предусматривается последовательный перебор полученных показателей. Если $N_4 < 0,5$, то принимается $N_5 = N_2$, если нет, то $N_5 = N_3$. Затем осуществляется обращение к справочнику и определяется время одного прохода и время за N_5 проходов по формулам:

$$T_{1.Пр.} = l_p \cdot B / 10^4 P_p, \quad T_{SI} = N_5 \cdot T_{1.Пр.}, \quad (115)$$

где l_p – длина прохода; B – ширина прохода; P_p – производительность при длине гона $l_p = l_\alpha$.

Далее предусматриваются условные переходы по α и N_4 . Если $\alpha < \alpha_{пр.}$ не соблюдается, то осуществляется переход на условие $N_4 < 0,5$. При этом, если последнее условие соблюдается, то используются зависимости:

$$\Delta l_1 = (N_1 - N_2)l_1; \Delta B_1 = \Delta l_1 \sin\alpha / \cos\alpha; x_l = L_{1.0} + \Delta l_1. \quad (116)$$

В том же случае, когда обозначенное условие не соблюдается, берут следующие зависимости:

$$\Delta l_1 = (N_3 - N_1)l_1; \Delta B_1 = \Delta l_1 \sin\alpha / \cos\alpha; x_l = L_{1.0} - \Delta l_1. \quad (117)$$

По другой линии, а именно, когда $\alpha < \alpha_{пр.}$ берутся такие два момента. Первый из них, когда $N_4 < 0,5$, второй, когда $N_4 \geq 0,5$. В первом случае используются уравнения вида:

$$\Delta l_1 = (N_1 - N_2)l_1; \Delta B_1 = \Delta l_1 \cos\alpha / \sin\alpha; x_l = L_{1.0} + \Delta l_1. \quad (118)$$

Во втором случае берутся зависимости вида:

$$\Delta l_1 = (N_3 - N_1)l_1; \Delta B_1 = \Delta l_1 \cos\alpha / \sin\alpha; x_l = L_{1.0} - \Delta l_1. \quad (119)$$

На следующем этапе находятся значения $x_{пр}$ (см. рис. 9) и длина условного гона при работе агрегатов под некоторым острым углом α . Здесь учитываются также два варианта. Если $\alpha < \alpha_{пр.}$, то берется уравнение вида:

$$x_{пр} = N_8 l_1 \text{ и } L_{\alpha 2 пр.} = x_{пр} / \sin\alpha. \quad (120)$$

Если же это условие не соблюдается, то используются зависимости

$$x_{np} = N_8 l_1 \text{ и } L_{\alpha 2 np} = x_{np} \cos \alpha, \quad (121)$$

Величину N_8 при этом находят, используя формулы:

$$N_6 = X_1 \cos \alpha / B; N_7 = INT(N_6); N_8 = N_7 + 1. \quad (122)$$

Реальная предельная длина гона при работе агрегатов в угловых областях находится по уравнению вида

$$\begin{aligned} L_{\alpha 3 np} &= L_{\alpha 2 np} - (N_8 - N_6) l_1 / \sin \alpha - \text{при } \alpha < \alpha_{np} \text{ и} \\ L_{\alpha 3 np} &= L_{\alpha 2 np} - (N_8 - N_6) l_1 / \cos \alpha \text{ при } \alpha \geq \alpha_{np}. \end{aligned} \quad (123)$$

Сложнее обстоит дело с подсчетами времени и производительности всех проходов в угловых зонах межполосного пространства. Здесь нужно учитывать как площади с достаточной длиной гона (см. рис. 10, область 1), так и площадь где гоны очень короткие (см. рис. 10, область 2). Здесь нами принят следующий подход. Сначала определяется площадь всей угловой зоны, которая рассчитывается по формулам:

$$\begin{aligned} S_{tp} &= 1/2 l_1 \sin \alpha (N_8 \cdot L_{\alpha 2 np} - (N_8 - N_6)^2 l_1 / \cos \alpha) / 10^4 \text{ при } \alpha \geq \alpha_{np}. \\ S_{tp} &= 1/2 l_1 \cos \alpha (N_8 \cdot L_{\alpha 2 np} - (N_8 - N_6)^2 l_1 / \sin \alpha) / 10^4 \text{ при } \alpha < \alpha_{np}. \end{aligned} \quad (124)$$

Число проходов, длина гона и площадь обрабатываемой части поля, а также время, затрачиваемое на работу, определяется по формулам:

$$\begin{aligned} N_{1.1} &= 150 - \sin \alpha / B \cdot \cos \alpha; N_{1.2} = INT(N_{1.1}); N_{1.3} = N_{1.2} + 1; \\ L_g &= N_{1.3} \cdot B \cdot \cos \alpha / \sin \alpha; N_{1.4} = N_8 - N_{1.3}; \\ S_1 &= S_{tp} - 0,5 N_{1.3}^2 B^2 \cos \alpha / (10^4 - \sin \alpha). \end{aligned} \quad (125)$$

Что же касается определения текущей длины гона, обрабатываемой площади и затрачиваемого времени в области межполосного пространства, то они рассчитываются в циклическом режиме. При этом длина гона берется равной

$$L_{\alpha cp}(J_1) = L_{\alpha 3 np} - \frac{(2J_1 - 1)B}{2 \sin \alpha \cdot \cos \alpha}, \quad (126)$$

где J_1 изменяется от 1 до $N_{1.4}$.

С учетом $L_{\alpha cp}(J_1)$ со справочника выбирается величина производительности сельскохозяйственного агрегата P_p и далее

находится площадь одного прохода Cd_1 по формуле:

$$Cd_1 = L_{\alpha, cp.}(J_1)B/10^4. \quad (127)$$

Далее рассчитывается сумма площадей S_a при условии, что $S_a \leq S_1$. При этом S_a находится при циклическом суммировании по формуле

$$S_a = S_{\alpha} + Cd_1 \quad (128)$$

В случае $S_a \leq S_1$ делается расчет времени одного прохода и суммирование его за $N_{1.3}$ проходов. В том же случае, когда это условие не соблюдается, осуществляется переход к справочнику, где решается вопрос установления производительности агрегата при длине гона L_g , рассчитанного ранее. На следующей ступени рассчитывается время работы агрегатов на участках 2 межполосного пространства. Для этого используются зависимости:

$$N_g = L_g B / 10^4 P_p \text{ и } T_{s.g} = 2N_{1.3} T_g. \quad (129)$$

Следующие две ступени расчетов и математические зависимости касаются процессов обработки поворотных зон в межполосных пространствах систем лесных полос. Таких зон две поперечных и две продольных, равных по длине соответственно $L_{мп}$ и L_0 . Аналитически, временные показатели можно выразить для указанных зон следующим образом:

$$T_{02} = 2L_{мп} B / (10^4 P_p) \text{ и } T_{01} = 2L_0 B / (10^4 P_p). \quad (130)$$

В целом время обработки поворотных зон составляет $T_{окр} = T_{01} + T_{02}$.

Очень важной частью является блок суммирования времени работы в целом по межполосному пространству и сравнения полученного результата с временем на открытом пространстве. Здесь предусматривается расчет по трем направлениям – углы $\alpha = 0$, $\alpha = \pi/2$, $\alpha \neq 0$ и $\alpha \neq \pi/2$.

При $\alpha = 0$ используются выражения:

$$T_{\alpha 2} = T_{s,0}; T_{ss3} = T_{ss3} + T_{\alpha 2}. \quad (131)$$

В том случае, когда $\alpha \neq \pi/2$ расчет ведется по уравнениям $T_{\alpha l} = T_{s,01}$; $T_{ss2} = T_{ss2} + T_{\alpha l}$, а при $\alpha \neq 0$ и $\alpha \neq \pi/2$ – по уравнениям $T_{\alpha} =$

$$2T_{s.a.cp.} + T_{окр} + T_{SI} + T_{sy}; T_{ss1} = T_{ss1} + T_{\alpha}.$$

Все расчеты проводятся в циклах по I (операционный цикл) и N (полевого цикл).

Заканчивается расчет для ограниченного пространства межполосной клетки суммированием с использованием зависимости:

$$T_{s(I)} = T_{ss1} + T_{ss2} + T_{ss3}, TSSN = TSSN + T_s(I). \quad (132)$$

Средняя производительность агрегата в межполосном пространстве находится из соотношения:

$$TSSCR = TSSN/N. \quad (133)$$

Для открытой поверхности процедуры предусматриваются следующим образом. Осуществляется расчет числа проходов в межполосной клетке шириной L_{mn} . При этом, используются следующие зависимости:

$$N_{1,от} = L_{mn}/B; N_{2,от} = INT(N_{1,от}); N_{3,от} = N_{2,от} + 1. \quad (134)$$

Затем следует обращение к справочнику для определения производительности агрегата (P_p) при длине гона $L_p = 1000$ м. После этого, используя зависимости

$$T_{0,от} = 2000B/(10^4 - P_p); T_{1от} = T_{1от}(N_{3,от} + 2), \quad (135)$$

находят время одного и $(N_{3,от} + 2)$ проходов агрегата.

То же самое делается для поворотной зоны с использованием формул:

$$S_{поп,от} = L_{мп}B/10^4; T_{поп,от} = S_{поп,от}/P_p. \quad (136)$$

Суммарное время работы на открытом пространстве находится с помощью соотношения вида:

$$T_{ss,от} - T_{s,1,от} + 2T_{поп,от}.$$

Потери за счет ограничения пространства лесными полосами составит:

$$\Delta T_{cp.} = (1 - T_{ss,от}/T_{ss,cp.})100, \quad (137)$$

где $T_{ss,от}$, $T_{ss,cp.}$ – время работы агрегатов на открытом пространстве и в ограниченном межполосном пространстве соответственно.

Аналогичную зависимость можно записать и по отношению к производительности агрегатов в условиях ограниченного про-

странства межполосной клетки. Действительно, если принять, что $T_{ss.ot} = S_{об} P_{r.cp.ot}$ и $T_{ss.cp} = S_{об}/P_{r.cp.l}$, где $S_{об}$ – обрабатываемая площадь N полей севооборота ($L_{мл}, L_0, \cdot N$); $P_{r.cp.ot}$ и $P_{r.cp.l}$, производительность агрегатов на открытом пространстве и в межполосной клетке, то будем иметь

$$\Delta P_{cp} = (1 - S_{об} \cdot P_{r.cp.l} / P_{r.cp.ot} \cdot S_{об}) \cdot 100. \quad (138)$$

Подводя итог, нужно отметить два момента. Во-первых, это то, что полученные математические структуры легли в основу компьютерного продукта (прилож. 16, а. с. № 2015611374). Во-вторых, то, что снижение производительности на разных операциях может по-разному влиять на экономические показатели выраженные в денежном отношении. Дело в том, что стоимость работ по операциям не одинакова и объемы работ по ним тоже разные. Отсюда, оценка по времени и производительности позволяет рассмотреть лишь одну сторону вопроса об изменении работы сельскохозяйственных агрегатов в условиях ограниченного пространства межполосной клетки. Для стоимостной же оценки этого изменения необходимо знать еще и средневзвешенную величину стоимости всех работ на открытом пространстве, т. е. величину $C_{cp.0}$. Очевидно, ее можно рассчитать по формуле:

$$C_{cp.0} = \frac{C_1 V_1 + C_2 V_2 + C_3 V_3 + \dots + C_n V_n}{V_1 + V_2 + V_3 + \dots + V_n}, \quad (139)$$

где $V_1, V_2 \dots V_n$ – объемы работ по операциям, га; $C_1, C_2 \dots C_n$ – стоимость обработки 1 га пашни по операциям.

Тогда потери в стоимостном выражении составят:

$$\begin{aligned} \Delta C_l &= C_{cp.0} (1 - P_{r.cp.l} / P_{r.cp.ot}) \cdot 100 \%, \\ \text{или } \Delta C_l &= C_{cp.0} (1 - T_{ssos} / T_{sscs}) 100 \%. \end{aligned} \quad (140)$$

Таким образом, можно с уверенностью констатировать, что параметрами, влияющими на изменение работы сельскохозяйственной техники в межполосном пространстве являются вид операции, площадь на которой она используется.

Заканчивая эту часть многокомпонентной оценки лесомелио-

рации нужно отметить, что она не является замыкающей. Еще следует учесть по крайней мере три крупные составляющие – социальную и другую побочную роль лесомелиорации, а также затраты на создание и раскорчевку в конце жизни древостоя лесных полос.

2.12. Блок оценки социальных и других компонент лесомелиорации и их экономических показателей

В рамках поставленной задачи предполагалось учитывать эффекты: от получаемой биомассы при рубках ухода с учетом их количества за ротационный период древостоев лесных полос, от санитарно-гигиенической и рекреационной роли, от ягод, грибов и лекарственных трав, появляющихся в лесных насаждениях и вблизи от них, от социальной роли лесонасаждений, от медоносов пылезадерживающей роли лесонасаждений, от аккумуляции CO_2 и выделения кислорода O_2 . При этом санитарно-гигиенические и рекреационные компоненты начинают учитываться после десятилетнего возраста лесонасаждений, эффекты от ягод, грибов, медоносов и лекарственных трав учитываются после пятилетнего возраста лесонасаждений. Что же касается пылезадерживающей роли лесонасаждений, их климатообразующей роли, а точнее аккумуляции CO_2 и выделения O_2 , то эти компоненты учитываются с двухлетнего возраста лесонасаждений.

Наиболее просто учитывается эффект от реализации порубочных остатков. Здесь берется во влияние количество порубочных остатков от одного порубочного ухода, зависящего от древесной культуры и лесорастительных условий. Суммарный же эффект определяется с учетом количества уходов за ротационный период древостоев (т. е. за период долговечности лесонасаждений). Функционально этот эффект на 1 га лесонасаждений рассчитывается по формуле:

$$SQR = QV(I)N \text{ или } QSR = QSR + QV(I), \quad (141)$$

где $QV(I)$ – энергетический эквивалент разовой вырубki (МДж) в лесонасаждении площадью 1 га; N – количество вырубок за ротационный период древостоев.

Энергетические показатели в расчете на 1 га лесонасаждений по другим компонентам осуществляются исходя из следующих зависимостей:

$$SG(I) = SGMAX[1 - e^{-KI(1 - e^{-CI})}]; SSG = SSG + SG(I):$$

$$RK(I) = RKMAX[1 - e^{-KI(1 - e^{-CI})}]; SSR = SSR + RK(I):$$

$$AG(I) = AGMAX[1 - e^{-KI(1 - e^{-CI})}]; AGS = AGS + AG(I):$$

$$SIF(I) = SIFMAX[1 - e^{-KI(1 - e^{-CI})}]; SIFS = SIFS + SIF(I):$$

$$MD(I) = MDMAX[1 - e^{-KI(1 - e^{-CI})}]; MDS = MDS + MD(I):$$

$$PZAD(I) = PZADMAX[1 - e^{-KI(1 - e^{-CI})}]; PZADS = PZADS + PZAD(I):$$

$$AKCO2(I) = AKCO2MAX[1 - e^{-KI(1 - e^{-CI})}]; AKCO2S = AKCO2S + AKCO2(I),$$

где $SG(I)$, $RK(I)$, $AG(I)$, $SIF(I)$, $MD(I)$, $PZAD(I)$, $AKCO2(I)$ – текущие значения эффектов (МДж) в течение жизни древостоя таких компонент как санитарно-гигиенических, рекреационных и социальных эффектов, ягод, медоносов, пылезадержания, усвоения CO_2 и выделения O_2 ; $SGMAX$, $RKMAX$, $AGMAX$, $SIFMAX$, $MDMAX$, $PZADMAX$, $AKCO2MAX$ – то же самое при проектной высоте лесонасаждений. KI , CI – ростовые показатели древостоев лесных полос.

С учетом всех вышеприведенных уравнений суммарный за M лет энергетический эквивалент роли лесных насаждений в расчете на 1 га составляет:

$$SSM = SQR + SSG + GSR + AGS + SIFS + MDS + PZADS + AKCO2S. \quad (142)$$

В расчете на год очевидно имеют:

$$SSMSR = SSM/M. \quad (143)$$

Площадь лесополос, окаймляющих межполосную клетку длиной L_0 и шириной L_{mn} , составляет:

$$SLP = [(LMP + L_0)(DLMD) + (DLMD)^2]/10^4, \quad (144)$$

где LMP , L_0 – ширина и длина межполосной клетки; D – число

междурядий в лесополосе плюс 1; LMD – ширина междурядий, м.

Энергетика на всю площадь лесополосы, окаймляющей межполосную клетку, составляет:

$$SIKMIL = SSMSR \cdot SLP. \quad (145)$$

В расчете на все межполосные клетки Z севооборота имеют:

$$SIKMILZ = SIKMIL \cdot Z. \quad (146)$$

В расчете на 1 га пашни энергетический эквивалент составит

$$SIKMIL1 = SIKMILZ \cdot 10^4 / (LMPL_0 Z). \quad (147)$$

Чтобы перейти к денежному выражению эффекта был принят следующий прием. Сначала осуществлялся переход по горючему от массовых характеристик к объемным. Очевидно, один килограмм горючего (бензина, солярки) составит VF литров:

$$VF = 1/R, \quad (148)$$

где R – плотность горючего (осредненная), г/см³.

Стоимость 1 килограмма горючего составит:

$$RSS = VF \cdot PS, \quad (149)$$

где PS – стоимость одного литра горючего, руб.

Учитывая, что 1 кг горючего эквивалентен EN (МДж) можно установив стоимость одного МДж энергии:

$$EN1 = RSS/EN, \quad (150)$$

Стоимость же энергии $SIKMIL$, $SIKMILZ$, $SIKMIL1$ составит $RS1$, $RS2$ и $RS3$, рассчитывающиеся по формулам:

$$RS1 = SIKMIL \cdot EN1; RS2 = SIKMILZ \cdot EN1; RS3 = SIKMIL1 \cdot EN1, \quad (151)$$

Алгоритм расчета эколого-социальной роли лесных полос приведен на рис. 11. Суть его состоит в следующем. Сначала вводится необходимая информация – частная и в циклическом режиме (максимально возможные показатели). Затем, рассчитываются текущие значения отдельных показателей [$SG(I)$, $RK(I)$, $AG(I)$, $SIF(I)$, $MD(I)$, $PZAD(I)$, $AKCO2(I)$].

На следующем этапе производится суммирование, перевод энергетических показателей в стоимостные, а также осуществляется вывод данных на печать.

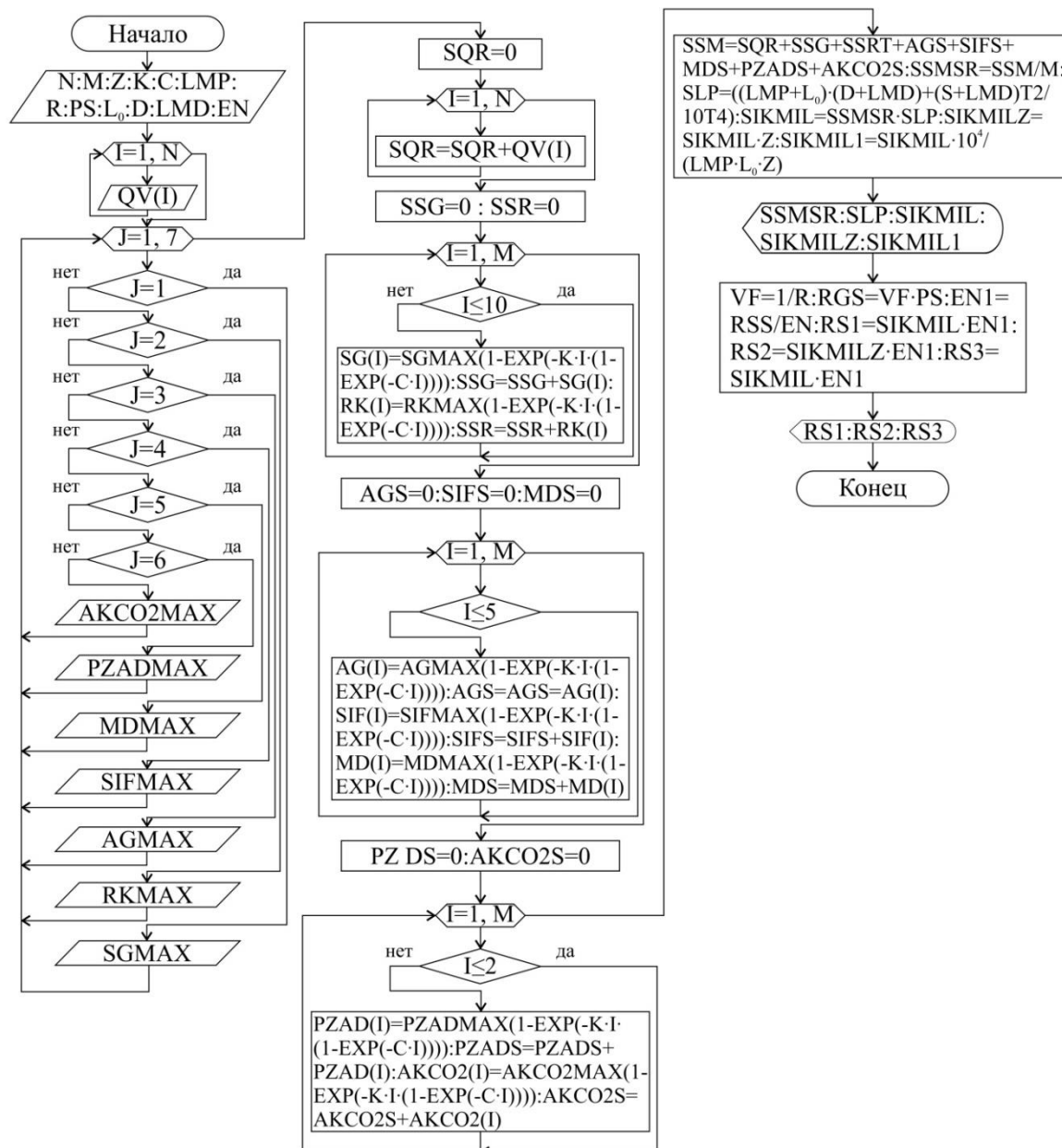


Рис. 11. Блок-схема алгоритма расчета социальной роли лесной мелiorации

Указанный алгоритм послужил основой для создания компьютерного продукта, на который получено авторское свидетельство № 2015614522 (прилож. 17).

2.13. Затраты на создание и раскорчевку древостоев лесных полос

При оценке затрат на создание лесных полос (а. с. № 2523008, прилож. 18 и 19) учитывались следующие статьи расхода: затраты

на проектирование и создание лесонасаждений, уходы за ними. При этом, затраты на проектирование (учитываются с привязкой к категориям сложности создания лесонасаждений и расценкам). В нашем случае цены рассчитывались на вариант создания лесных насаждений на землях, расположенных на одном массиве, при одной схеме смещения и при условии посадки деревьев линейным способом.

Затраты на создание лесных насаждений во многом определяются выбранной системой подготовки почвы. В нашем случае подготовка почвы была взята по системе черного пара. Практика, вместе с тем, показывает, что в затраты на эту операцию, а также на посадку деревьев и уходы за лесонасаждениями, входят как прямые расходы, так и накладные начисления, плановые накопления, лимитированные затраты. При этом, прямые затраты включают расходы на труд (заработная плата) и средства в виде амортизационных отчислений, стоимость посевного или посадочного материала, стоимость ГСМ.

Затраты на создание и содержание лесных полос можно определять также энергетическим способом, что позволит учесть изменение цен и инфляционные процессы. В своих расчетах мы руководствовались энергетической методикой Волгоградского аграрного университета [4], основанной на учете энергетических затрат по отдельным видам работ (прилож. 18).

Расчеты энергетических затрат на подготовку почвы для создания лесных насаждений показали следующее. На каштановых почвах при закладке их на основе системы черного пара энергозатраты составляют 5697 МДж (табл. 24). На светло-каштановых почвах они несколько выше – 5736 МДж. Энергозатраты на посадку лесных культур сеянцами составляют 741 МДж. Для ухода за лесонасаждениями на площади 1 га в течение года требуется 2737 МДж энергозатрат, а в течение 5 лет – 13685 МДж.

Энергозатраты на выращивание посадочного материала равны 8010 МДж. Таким образом, прямые затраты при создании лесных

Таблица 24

**Состав затрат по энергетике (МДж) на создание лесных насаждений
на каштановых и светло-каштановых почвах (площадь 1 га)**

№ п/п	Статья затрат	Затраты по почвам	
		каштановые	светло-каштановые
1	Подготовка почвы	5697	5736
2	Посадка лесных полос	741	741
3	Стоимость материала, затраты на оправку	8010	8010
4	Уход за почвой (5 лет)	13685	13685
5	Итого прямых затрат	28133	28172
6	Территориальная надбавка	32504	32550
7	Накладные расходы	2600	2604
8	Итого по п. 6, 7	35104	35154
9	Плановые накопления	2800	2810
10	Итого по п. 8, 9	37904	37914
11	Временные здания и сооружения	1058	1063
12	Итого по п. 10, 11	38962	38977
13	Перевозка рабочих к месту работы	974	980
14	итого по п. 12,13	39936	39957
15	Непредвиденные работы и затраты	1194	1195
16	Итого по п. 14, 15	41130	41152
17	Налог на содержание дорог	411	411
18	Итого по п. 16, 17	41541	41563
19	Проектно-изыскательские работы	2063	2063
20	Итого по п. 19, 20	43604	43626
21	НДС	8705	8742
22	Всего	52309	52368

насаждений на каштановых почвах составляют 28133 МДж, а на светло-каштановых – 28172 МДж. С учетом территориальных надбавок, накладных расходов, плановых накоплений, затрат на строительство временных зданий и сооружений, перевозки рабочих к месту работы и обратно непредвиденных расходов, содержания дорог, затрат на проектно-изыскательские работы и НДС энергетические затраты увеличиваются на каштановых почвах до $E_{с.л.п.} = 52309$ МДж, на светло-каштановых $E_{с.л.п.} = 52368$ МДж (см. табл. 24).

Для перерасчета на рублевый эквивалент нами принят денежный эквивалент 1 МДж энергии по горюче-смазочным мате-

риалам, которые в общем объеме энергетических затрат составляют порядка 79 %. Этот эквивалент находится путем деления рыночной стоимости одного килограмма горючего на соответствующий энергетический показатель. Стоимость одного литра горючего в 2015 г. в среднем составила 34 руб. С учетом плотности горючего ($0,82 \text{ г/см}^3$) стоимость 1 кг горючего составляет 42,5 руб. Один килограмм горючего при этом приравнивается в среднем к 53,6 МДж. Отсюда стоимость 1 МДж энергии C_D составляет приблизительно 0,79 руб. Тогда стоимость создания 1 га лесополос на каштановых почвах будет равна $E_{с.л.п.} \cdot C_D = 41324$ руб., на светло-каштановых – 41371 руб.

Аналогично находятся затраты на корчевание древостоев (в отживших свой срок лесных полосах). Прямые затраты приведены в табл. 25.

Таблица 25

Состав затрат по энергетике (МДж) на раскорчевку лесных насаждений (на площади 1 га)

Статьи затрат	Затраты, МДж
Сплошная рубка	19792,8
Корчевание пней	1128,2
Очистка от сучьев, раскряжевка	12826,1
Вычесывание, сгребление и подтрелевка выкорчеванного	11869,4
Погрузка бревен и ветвей в транспорт	3555,3
Итого прямых затрат	49171,8

Как видим, на раскорчевку, по прямому назначению, требуется затратить 49171,8 МДж. Учитывая же, как и в первом случае, косвенные затраты будем иметь $E_{к.л.п.} = 89642,6$ МДж. Принимая денежный эквивалент 1 МДж равным 0,79 руб. (см. выше), нетрудно убедиться в том, что затраты в рублях, на рассрочку 1 га лесонасаждений, составят $C_{к.л.п.} = 70817,7$ руб.

Общий эффект, таким образом, составит:

$$C_{с.л.п.} - C_{к.л.п.} = 112165 \text{ руб.} \quad (152)$$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследования показывают, что климатические и почвенные условия, а также хозяйственная деятельность во многом определяют развитие дефляции. Поэтому успешная борьба с этим неблагоприятным явлением должна включать все эти элементы и осуществляться на адаптивно-ландшафтном принципе. Это касается и организации территории, и системы земледелия, и лесомелиорации в том числе. В этом плане наработки, показанные в данном документе, будут вполне полезными и дадут возможность осуществлять указанный принцип. Однако надо отметить то, что данный документ, а точнее его первая часть, дает представление лишь о порядке и принципах проведения мероприятий. В каждом же конкретном случае потребуется набирать и учитывать свои климатические и почвенные показатели. Как это осуществлять показано в работе [6].

Разработанные научные основы в целом охватывают все основные позиции многокомпонентной оценки лесомелиорации на землях, подверженных дефляции. Они позволяют комплексно судить об эффективности тех или иных проектов. Вместе с тем, нужно отметить и достаточно высокую трудоемкость реализации такой задачи а также определенные сложности в деятельности обслуживающего персонала, связанные с требованием специальной подготовленности работников. Чтобы исключить этот недостаток, на основе данной разработки был создан компьютерный продукт, позволяющий решать весь спектр задач, причем обыкновенным оператором ЭВМ. Этот продукт включает целый ряд запатентованных частных программ (см. приложения 3-19). Сам он тоже запатентован (а. с. № 201661895 и 2016617186) и может быть поставлен по частному заказу.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агролесомелиорация и плодородие почв / Е. С. Павловский [и др.]. – М.: Агропромиздат, 1981. – 288 с.
2. Карманова И. В. Математические методы изучения роста и продуктивности растений. – М.: Наука, 1976. – 224 с.
3. Кретинин В. М. Лесопригодность почв агролесомелиоративных районов // Лесомелиорация ландшафтов. – Волгоград: ВНИАЛМИ. – С. 50-59.
4. Медведев Г. А. Энергетическая оценка технологий возделывания сельскохозяйственных культур: методические указания к дипломной и курсовой работам по растениеводству. – Волгоград: Волгоградская ГСХА, 1994. – 24 с.
5. Метод прогноза морфометрических характеристик и долговечности полевых лесных полос / Ю. И. Васильев [и др.]. – М.: РАСХН, 2005. – 44 с.
6. Методические указания по размещению полевых лесных полос в районе активной ветровой эрозии / Долгилевич М. И. [и др.]. – М.: ВНИАЛМИ, 1984. – 54 с.
7. Нормативы прибавок урожая важнейших сельскохозяйственных культур от лесомелиоративного влияния полевых лесных полос / В. М. Трибунская [и др.]. – М.: Министерство сельского хозяйства СССР, 1984. – 98 с.
8. О бонитете почв Волгоградской области (химия, генезис и картография почв) / Е. Дегтярева [и др.]. – М.: Наука, 1968. – С. 47-54.
9. О предельно допустимой величине эрозии почв / М. Е. Бельгибаев [и др.]. – Волгоград: ВНИАЛМИ, 1970. – Вып. 1. – С. 239-258.
10. Пат. 2015612439 Российская Федерация. Комплексная оценка почвозащитной эффективности севооборотов на землях, подверженных дефляции / Волошенкова Т. В., Овечко Н. Н.; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Всероссийский научно-исследовательский агролесомелиоративный институт". – 2014663993; заявл. 31.12.2014; опубл. 20.03.2015.

11. Ракутин М. Н. Земельный кадастр Волгоградской области. – Волгоград: Нижневолжское книжное издательство, 1977. – 159 с.
12. Роль лесных полос в повышении урожайности сельскохозяйственных культур / Г. И. Воробьев [и др.]. – М.: Госкомитет лесного хозяйства Совета Министров СССР, 1977. – 96 с.
13. Савельева Л. С. Рекомендации по повышению эффективности полезащитного лесоразведения на юго-востоке европейской части РСФСР. – Волгоград, 1973. – 29 с.
14. Савельева Л. С. Устойчивость деревьев и кустарников в защитных лесных насаждениях. – М. – Лесн. пром-сть, 1975. – 168 с.
15. Системы лесных полос и ветровая эрозия / М. И. Долгилевич [и др.]. – М.: Лесн. пром-сть, 1981. – 160 с.
16. Смалько Я. А. Ветрозащитные особенности лесных полос разных конструкций. – Киев: Госсельхозиздат, 1963. – 192 с.
17. Справочник агролесомелиоратора / Г. Я. Маттис [и др.]. – М.: Лесн. пром-сть, 1984. – 248 с.
18. Delphi-7 / А. Д. Хомоненко [и др.]. – Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2008. – 1198 с.
19. Лир Х., Польстер Г., Фидлер Г. И. Физиология древесных растений. – М.: Лесн. пром-сть, 1974. – 424 с.
20. WWW. PK-legion.ru.

Эродлируемость почв Северного Кавказа и Нижнего Поволжья

Почва	Эродлируемость, т/га ч	Критическая скорость, м/с (на высоте 10 м)
1	2	3
<p>Чернозем предкавказский слабокарбонатный и некарбонатный слабо и сильносолонцеватый несмытый и слабосмытый недефлированный и слабодефлированный глинистый и тяжелосуглинистый.</p> <p>Чернозем североприазовский слабокарбонатный слабосмытый слабосолонцеватый глинистый и тяжелосуглинистый.</p> <p>Чернозем обыкновенный глинистый.</p> <p>Чернозем южный слабокарбонатный несолонцеватый и слабосолонцеватый несмытый и слабосмытый недефлированный и слабодефлированный глинистый тяжелосуглинистый и среднесуглинистый.</p> <p>Темно-каштановые слабокарбонатные несмытые и слабосмытые слабосолонцеватые тяжело и среднесуглинистые.</p> <p>Лугово-черноземные тяжелосуглинистые.</p> <p>Солонец мелкий и средний каштановый некарбонатный и слабокарбонатный глинистый.</p> <p>Солонец мелкий черноземовидный глинистый.</p> <p>Светло-каштановые слабокарбонатные слабо- и среднесолонцеватые тяжелосуглинистые.</p> <p>Солонец глубокий каштановый глинистый</p>	0,1-0,4	9,5
<p>Чернозем предкавказский:</p> <p> среднедефлированный глинистый</p> <p> среднекарбонатный среднесмытый глинистый и тяжелосуглинистый</p> <p> слабокарбонатный среднесуглинистый</p> <p> слабокарбонатный слабодефлированный тяжело-суглинистый.</p> <p>Чернозем южный некарбонатный и слабокарбонатный несмытый и слабосмытый легко- и среднесуглинистый</p> <p>Чернозем южный среднекарбонатный легкосуглинистый.</p> <p>Темно-каштановые слабокарбонатные и некарбонатные несолонцеватые и слабосолонцеватые тяжело- и среднесуглинистые.</p>	> 0,4-0,8	8,8

1	2	3
Каштановые слабодэфлированные несмытые и слабосмытые среднесуглинистые. Светло-каштановые некарбонатные и карбонатные слабосолонцеватые тяжело- и среднесуглинистые. Лугово-черноземные мощные среднесуглинистые	> 0,4-0,8	8,8
Чернозем предкавказский средне- и сильнокарбонатный слабо- и среднесмытый слабо- и среднедефлированный тяжело- и среднесуглинистый. Чернозем южный слабо- и среднедефлированный слабосмытый и несмытый тяжело- и среднесуглинистый. Темно-каштановые некарбонатные и слабокарбонатные несмытые и слабосмытые тяжело- и среднесуглинистый. Темно-каштановые легкосуглинистые. Каштановые слабосолонцеватые несмытые слабосмытые недефлированные и слабодэфлированные легко- и среднесуглинистые. Светло-каштановые слабо- и среднекарбонатные слабосолонцеватые	> 0,8-1,4	8,4
Чернозем предкавказский слабокарбонатный средне- и сильнодефлированные несмытый и сильносмытый тяжело- и среднесуглинистый. Чернозем южный некарбонатный и слабокарбонатный несолонцеватый и слабосолонцеватый несмытый и слабосмытый легко- и среднесуглинистый. Темно-каштановые слабокарбонатные слабодэфлированные несмытые и слабосмытые среднесуглинистые. Каштановые среднекарбонатные не солонцеватые и слабосолонцеватые слабо-, средне и сильнодефлированные несмытые, слабо и среднесмытые легко- и среднесуглинистые. Светло-каштановые слабокарбонатные среднесолонцеватые слабодэфлированные среднесуглинистые	> 1,4-2,2	8,2
Чернозем южный некарбонатный и слабокарбонатный слабо- и среднесмытый легко- и среднесуглинистый. Темно-каштановые слабокарбонатные слабодэфлированные среднесуглинистые. Каштановые среднекарбонатные легкосуглинистые. Каштановые слабодэфлированные супесчаные. Светло-каштановые слабокарбонатные слабодэфлированные легкосуглинистые	> 2,2-3,0	8,0
Чернозем южный среднедефлированный тяжелосуглинистый. Чернозем южный слабокарбонатный слабосмытый легкосуглинистый	> 3,0-3,4	7,0

1	2	3
Темно-каштановые слабокарбонатные: слабосмытые среднесуглинистые слабокарбонатные слабодефлированные среднесуглинистые	> 3,4-8,0	6,9
Светло-каштановые слабокарбонатные слабосолонцеватые среднедефлированные легкоуглинистые.	> 8,0-12,0	6,9
Чернозем предкавказский слабосолонцеватый слабодефлированный супесчаный. Светло-каштановые слабокарбонатные слабосолонцеватые среднедефлированные легкоуглинистые.	> 8,0-12,0	6,9
Каштановые среднедефлированные супесчаные.	> 12,0-14,0	6,4
Темно-каштановые сильнокарбонатные сильнодефлированные среднесуглинистые.	> 14,0-16,0	6,1
Каштановые слабодефлированные песчаные.	> 16,0-18,0	5,6
Каштановые среднедефлированные супесчаные.	> 18,0-20,0	5,5
Чернозем южный слабосмытый слабодефлированный супесчаный.	> 20,0-40,0	5,5
Каштановые среднедефлированные песчаные	> 40,0-60,0	5,5

**Повторяемость ветров различных направлений на Северном Кавказе
и в Нижнем Поволжье во время проявления пыльных бурь**

Административная единица, метеостанция	Повторяемость ветров по румбам					
	господствующая		высокая		низкая	
	румб	%	румб	%	румб	%
<i>Ставропольский край</i>						
Новоалександровск, Невинномысск, Рощино, Изобильный, Черкесск, Ставрополь, Александровское, Благодарный, Ачикулак, Буденновск, Красногвардейское,	В-ВЮВ, З-ЗСЗ	77,0	ЮВ, СЗ	7,5	С-ВСВ, ЮЮВ- ЗЮЗ, ССЗ	15,5
Дивное, Светлоград, Арзгир,	- " -	64,4	- " -	29,7	- " -	5,9
Георгиевск, Зеленокумск, Новопавлловская	- " -	57,7	- " -	28,8	- " -	13,5
<i>Краснодарский край</i>						
Отрадная, Староминская, Лабинск, Белая Глина, Тихорецк, Белореченск, Кропоткин, Ейск	- " -	87,7	- " -	3,6	- " -	8,7
Армавир, Кушевская	- " -	60,0	- " -	30,5	- " -	9,5
Тимашевск, Сосыка, Демин Ерик, Усть-Лабинск, Темрюк, Краснодар, Кореновск, Камышеватская, Каневская	- " -	60,0	ВСВ, ЗЮЗ	35,0	- " -	5,0
Славянск, Тамань, Анапа	- " -	22,1	ВСВ, ЗЮЗ, СВ, ЮЗ	74,4	СЗ-ССВ, ЮЮЗ- ССВ	3,5
<i>Ростовская обл.</i>						
Гигант, Шахты, Веселовская, Зерноград, Матвеев Курган, Азов, Маргаритово, Целина	В- ВЮВ, З-ЗСЗ	86,0	ЮВ, СЗ, ВСВ, ЗЮЗ	9,4	СЗ- ЮССЗ- СВ	4,6
Заветное, Пролетарск, Ремонтное, Миллерово, Каменск-Шахтинский, Морозовск, Вешенское	- " -	62,5	ЮВ, СЗ, ССВ, ЗЮЗ	28,8	ССЗ- ВСВ, ЗЮЗ- ЮЮВ	8,7
Таганрог, Цимлянск	- " -	53,9	СВ-ВСВ, ЮЗ-ЗЮЗ	32,8	СЗ-ССВ, ЮЮЗ- ЮВ	3,3
<i>Калмыкия</i>						
Утта, Комсомольский, Яшкуль, Советское	- " -	49,1	ЮЮВ- ССЗ	42,2	С-ВСВ, Ю-ЗЮЗ	8,8
Сарпа	- " -	31,5	- " -	58,4	- " -	10,1
Красный Коневод, Элиста	- " -	66,8	- " -	24,2	- " -	9,0

**Максимальные скорости ветра во время пыльных бурь
обеспеченностью 20% на Северном Кавказе и в Нижнем Поволжье**

Административный район, метеостанция	Скорость ветра, м/с
<i>Волгоградская обл.</i> – Елань, Динамо, Хоперский, Котельниково, Дубовка, Красноярский, Иловля, Костычевка, Панфилово, Палласовка, Михайловка, Ольховка, Фролово, Эльтон	$\geq 10 \leq 15$
<i>Ростовская обл.</i> – Белая Калитва, Константиновск, Веселовская, Мартыновка, Ремонтное, Зимовники, Ростов-на-Дону, Вешенская, Цимлянск, Гигант, Морозовск, Каменск-Шахтинский <i>Краснодарский край</i> – Майкоп <i>Волгоградская обл.</i> – Камышин, Гумрак, Калач-на-Дону, Горный Балыклей, Быково, Даниловка, Серафимович, Береславский, Глиноаксайский, Рудня, Урюпинск, Клетский, Нижний Чир, Новоаннинск, Жирновск, Перелазовский <i>Калмыкия</i> – Советское, Комсомольский, Утта, Сарпа <i>Ставропольский край</i> – Зеленокумск, Георгиевск, Арзгир, Александровское, Дивное, Рощино	$> 15 \leq 20$
<i>Ростовская обл.</i> – Шахты, зерноград, Миллерово, Заветное, Пролетарская, Таганрог, Маргаритово, Целина, Матвеев Курган, Азов <i>Краснодарский край</i> – Приморско-Ахтарск, Ейск, Сосыка, Тимашевск, Лабинск <i>Волгоградская обл.</i> – Кумылженская <i>Калмыкия</i> – Красный Конеvod, Яшкуль, Элиста <i>Ставропольский край</i> – Новопавловка, Ставрополь, Красногвардейское, Буденновск, Светлоград	$> 20 \leq 25$
<i>Краснодарский край</i> – Белореченск, Каневская, Кореновск, Темрюк, Куцевская, Белая Глина, Усть-Лабинск <i>Ставропольский край</i> – Новоалександровская	$> 25 \leq 30$
<i>Краснодарский край</i> – Камышеватская, Тамань, Армавир, Краснодар <i>Ставропольский край</i> – Черкесск	$> 30 \leq 33$

**Продолжительность пыльных бурь (ч) в году
на Северном Кавказе и в Нижнем Поволжье**

Административный район, метеостанция	Скорость ветра, м/с
<i>Волгоградская обл.</i> – Динамо, Береславская, Дубовка, Рудня, Урюпинск, Клетская, Костычевка, Кумылженская, Серафимович, Панфилово, Палласовка, Михайловка, Жирновск, Ольховка, Фролово, Гумрак	≤ 10
<i>Ростовская обл.</i> – Веселовская, Зимовники, Вешенская, Целина <i>Краснодарский край</i> – Славянск, Анапа, Майкоп, Белореченск, Тамань <i>Волгоградская обл.</i> – Камышин, Горный Балыклей, Елань, Глиноаксайская, Нижний Чир, Перелазовская <i>Ставропольский край</i> – Зеленокумская, Новопавловка, Ставрополь, Георгиевская, Александровская, Невинномысск	$> 10 \leq 20$
<i>Ростовская обл.</i> – Белая Калитва, Маргаритово, Цимлянск, Азов, Морозовск <i>Краснодарский край</i> – Ейск, Камышеватская, Демин Ерик, Краснодар, Отрадная, Усть-Лабинск <i>Волгоградская обл.</i> – Быково, Хоперский <i>Калмыкия</i> – Элиста <i>Ставропольский край</i> – Изобильный, Красногвардейская	$> 20 \leq 30$
<i>Ростовская обл.</i> – Константиновск, Мартыновка, Таганрог, Ростов-на-Дону <i>Краснодарский край</i> – Приморско-Ахтарск, Каневская, Кореновск, Армавир, Куцевская, Лабинск, Кропоткин <i>Волгоградская обл.</i> – Иловля <i>Калмыкия</i> – Красный Конево, Сарпа <i>Ставропольский край</i> – Арзгир, Ачикулак, Черкесск, Новоалександровская, Буденновск, Светлоград	$> 30 \leq 40$
<i>Ростовская обл.</i> – зерноград <i>Краснодарский край</i> – Матвеев Курган, Каменск-Шахтинский, Тимашевск, Тихорецк <i>Ставропольский край</i> – Дивное, Рощино	$> 40 \leq 50$
<i>Краснодарский край</i> – Белая Глина, Сосыка <i>Волгоградская обл.</i> – Калач-на-Дону, Эльтон <i>Калмыкия</i> – Яшкуль	$> 50 \leq 60$
<i>Ростовская обл.</i> – Ремонтное, Гигант	$> 60 \leq 80$
<i>Волгоградская обл.</i> – Котельниково	$> 80 \leq 100$
<i>Калмыкия</i> – Утта, Комсомольский	$> 100 \leq 120$
<i>Ростовская обл.</i> – Заветное, Пролетарское	$> 120 \leq 160$

Приложение 5

Продолжительность пыльных бурь (ч) в году в Западной Сибири

Административный район, метеостанция	Продолжительность пыльных бурь в году
Барабинск, Чаны, Татарск, Новосибирск, Огурцово, Камень-на-Оби	≤ 10
Веселовка, Хабары, Сорокино, Бийск, Краснощеково	$> 10 \leq 20$
Одесское, Чистоозерное, Эдвинск, Купино, Баево, Волчиха	$> 20 \leq 30$
Полтавка, Черлак, Иссык-Куль, Омск, Ребриха, Барнаул, Завьялово	$> 30 \leq 40$
Кочки, Карасук, Славгород, Родионо, Ключи, Павлоград	$> 40 \leq 50$
Русская Поляна	$> 50 \leq 60$
Кулунда	$> 60 \leq 80$
Поспелиха, Алейск	$> 80 \leq 100$
Угловское, Рубцовск	$> 100 \leq 120$

Приложение 6

**Максимальные скорости ветра во время пыльных бурь
обеспеченностью 20 % в Западной Сибири**

Административный район, метеостанция	Скорость ветра, м/с
Русская поляна, Черлак, Иссык-Куль, Омск, Посевная, Родионо, Поспелиха, Алейск, Угловское	$\geq 10 \leq 15$
Полтавка, Одесское, Павлоградка, Иртыш, Барабинск, Чаны, Барнаул, Татарск, Новосибирск, Чистоозерное, Эдвинск, Купино, Ключи, Карасук, Сузун, Веселовка, Огурцово, Баево, Ребриха, Сорокино, Завьялово, Знаменка, Славгород, Ключи, Кулунда, Бийск, Волчиха, Рубцовск, Краснощеково	$> 15 \leq 20$
Камень-на-Оби, Хабары	$> 20 \leq 25$

Приложение 7

Повторяемость ветров разных направлений по румбам

Административная единица, метеостанция	Повторяемость ветров по румбам					
	господствующая		высокая		низкая	
	румб	%	румб	%	румб	%
Омск, Иссык-Куль, Черлак, Карасук, Алейск	- " -	27,0	ЮЗ-ЗЮЗ, СВ-ВСВ	43,4	ЮВ-ЮЮЗ, СЗ-ССВ	29,6
Кочки, Красноозерск, Ребриха, Завьялово, Славгород, Рубцовск	- " -	18,2	- " -	35,5	ЮВ-ЮЮВ, СЗ-ССВ	46,3
Полтавка, Одесское, Кулунда	- " -	25,7	- " -	38,0	ЮВ-ЮЮВ, СЗ-ССВ	36,3

**Значения ростовых показателей древесных культур по высоте
(для расчета текущей высоты древостоя лесных полос)**

Регион	Древесная культура	Тип почвы	Параметр		
			ХО	ФО	НМ
Северный Кавказ	Дуб	Чернозем обыкновенный, южный	0,033	0,11	17,0
		Темно-каштановые	0,030	0,08	16,5
	Акация белая	Чернозем обыкновенный, южный	0,050	0,18	21,5
		Каштановые	0,090	0,30	7,0
	Вяз приземистый	Темно-каштановые	0,080	0,34	11,5
		Южные черноземы	0,080	0,34	14,5
Центральное Черноземье, Правобережье Волги	Береза повислая	Обыкновенные черноземы	0,040	0,25	24,0
	Вяз приземистый	Темно-каштановые и каштановые	0,080	0,28	12,0
	Акация белая	Обыкновенные и южные черноземы	0,025	0,18	29,5
Заволжье	Береза повислая	Обыкновенные черноземы	0,032	0,20	23,0
	Вяз приземистый	Темно-каштановые и каштановые	0,057	0,18	14,5
Прикаспийская низменность		Светло-каштановые	0,110	0,27	6,0

Программа расчета лесопригодности почвогрунтов

(авторы: С. Ю. Турко, Н. Н. Овечко)

```

unit ULesPrig;
interface
uses
  Windows, Messages, SysUtils,
  Variants, Classes, Graphics, Controls, Forms, Dialogs, StdCtrls;
type
  TFormLP = class(TForm)
    LabMJ1: TLabel;
    LabEMJ1: TLabel;
    LabKZ1: TLabel;
    LabKZ2: TLabel;
    LabKZ3: TLabel;
    LabKZ4: TLabel;
    LabKZ5: TLabel;
    LabKZ6: TLabel;
    LabKZ7: TLabel;
    LabKZ8: TLabel;
    LabKZ9: TLabel;
    LabKZ10: TLabel;
    LabKZ11: TLabel;
    LabKZ12: TLabel;
    LabPlus: TLabel;
    LabMinus: TLabel;
    Lab2: TLabel;
    Lab4: TLabel;
    Lab3: TLabel;
    EKZ1: TEdit;
    EKZ2: TEdit;
    EKZ3: TEdit;
    EKZ4: TEdit;
    EKZ5: TEdit;
    EKZ6: TEdit;
    EKZ7: TEdit;
    EKZ8: TEdit;
    EKZ9: TEdit;
    EKZ10: TEdit;
    EKZ11: TEdit;
    EKZ12: TEdit;
    ButRachet: TButton;
  end;
var
  FormLP: TFormLP;
implementation
uses UReadSpr, UVarGl;

{$R *.dfm}

procedure TFormLP.ButRachetClick(Sender: TObject);
label
  83,100,117,130,142,168,174,200,215,222;
var I,J,Z,KS,FL: integer;
    KSSR,KSSR2: integer;
    KSSR1,KSSR3: extended;
    KZ: array [1..12] of extended;
    K2: array [1..12,1..8,1..5] of integer;
    K3: array [1..5] of integer;
begin
  KZ[1]:=StrToFloat(EKZ1.Text);
  KZ[2]:=StrToFloat(EKZ2.Text);
  KZ[3]:=StrToFloat(EKZ3.Text);
  KZ[4]:=StrToFloat(EKZ4.Text);
  KZ[5]:=StrToFloat(EKZ5.Text);
  KZ[6]:=StrToFloat(EKZ6.Text);
  KZ[7]:=StrToFloat(EKZ7.Text);
  KZ[8]:=StrToFloat(EKZ8.Text);
  KZ[9]:=StrToFloat(EKZ9.Text);
  KZ[10]:=StrToFloat(EKZ10.Text);
  KZ[11]:=StrToFloat(EKZ11.Text);
  KZ[12]:=StrToFloat(EKZ12.Text);

```

↓

```

ReadLesPrig;
{ M1:=12; N1:=5;
  for I:=1 to M1 do
    begin          /// ???
      MJ1[I]:=MJ[I];
    end;}
KS:=0;
for I:=1 to M do
  begin
    FL:=0;
    for J:=1 to MJ[I] do  ///??
      begin
        if FL=0 then goto 83;
        goto 142;
83:   if I=1 then goto 117;
        if KZ[I]>K1[I,J] then goto 100;
        goto 142;
100:  for Z:=1 to N do
        begin
          K2[I,J,Z]:=K[I,J,Z];
        end;
        FL:=1;
        goto 142;
117:  if KZ[I]<=K1[I,J] then goto 130;
        goto 142;
130:  for Z:=1 to N do
        begin
          K2[I,J,Z]:=K[I,J,Z];
        end;
        FL:=1;
142:end; { j=1 to MJ[i] }
      end; { i=1 to M1 }
    for I:=1 to M do
      begin
        for J:=1 to MJ[I] do  ///??
          begin
            for Z:=1 to N do
              begin
                K3[Z]:=K2[I,J,Z];
              end;
            if K3[4]=4 then goto 168;

```

↓

↓

```

KS:=KS+K3[1]+K3[2]+K3[3];
goto 174;
168: if K3[5]=0 then goto 215;

KS:=KS+K3[1]+K3[2]+K3[3]+K3[4];
174:end;
end;
KSSR1:=KS/12;      ///??
KSSR2:=Trunc(KSSR1); ///??? int
KSSR3:=KSSR1-KSSR2;
if KSSR3<0.5 then goto 200;
KSSR:=KSSR2+1;
LP:=KSSR;
goto 222;
200:KSSR:=KSSR2;
LP:=KSSR;
goto 222;  ///??
215:LP:=4;
222:ShowMessage('Категория лесо-
пригодности LP='+IntToStr(LP));
ModalResult:=mrYes;
end;

end.

```

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



СВИДЕТЕЛЬСТВО

о государственной регистрации программы для ЭВМ

№ 2013614992

Расчет лесопригодности почвогрунтов

Правообладатель(ли): *Государственное научное учреждение
Всероссийский научно-исследовательский институт
агролесомелиорации Российской академии
сельскохозяйственных наук (RU)*

Автор(ы): *Васильев Юрий Иванович (RU),
Овечко Наталья Николаевна (RU),
Турко Светлана Юрьевна (RU)*



Заявка № 2013612613

Дата поступления 01 апреля 2013 г.

Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ
27 мая 2013 г.

Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

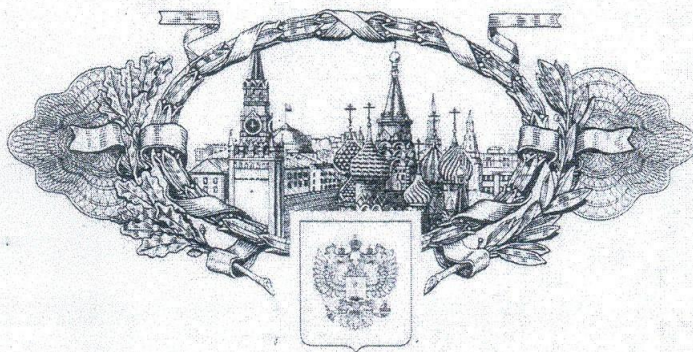
Б.П. Симонов

124

Подпрограмма считывания данных со справочника
(авторы: С. Ю. Турко, Н. Н. Овечко)

unit UReadSpr;	
interface	<div style="text-align: center;">↓</div> Read(FileSpr,K[I,J,Z]);
procedure ReadLesPrig;	end;
	ReadLn(FileSpr);
	end;
var MJ: array [1..12] of integer;	end;
K1: array [1..12,1..8] of extended;	CloseFile(FileSpr);
K: array [1..12,1..8,1..5] of integer;	end;
M,N: integer;	end.
implementation	
procedure ReadLesPrig;	
var I,J,Z: integer;	
FileSpr: TextFile;	
PS1: integer;	
begin	
M:=12;	
N:=5;	
AssignFile(FileSpr,'LesPrig.dat');	
Reset(FileSpr);	
ReadLn(FileSpr,PS1);	
for I:=1 to M do	
begin	
ReadLn(FileSpr,MJ[I]);	
end;	
for I:=1 to M do	
begin	
for J:=1 to MJ[I] do	
begin	
Read(FileSpr,K1[I,J]);	
end;	
ReadLn(FileSpr);	
end;	
for I:=1 to M do	
begin	
for J:=1 to MJ[I] do	
begin	
for Z:=1 to N do	
begin	
↓	

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



СВИДЕТЕЛЬСТВО

о государственной регистрации программы для ЭВМ

№ 2013614993

**Расчет противодефляционного влияния системы лесных полос
на пашне в районах проявления дефляции почв**

Правообладатель(ли): *Государственное научное учреждение
Всероссийский научно-исследовательский институт
агролесомелиорации Российской академии
сельскохозяйственных наук (RU)*

Автор(ы): *Васильев Юрий Иванович (RU),
Овечко Наталья Николаевна (RU)*

Заявка № 2013612611

Дата поступления 01 апреля 2013 г.

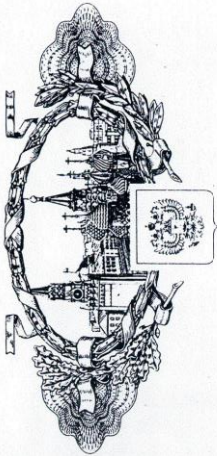
Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ
27 мая 2013 г.



Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

Б.П. Симонов

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



СВИДЕТЕЛЬСТВО
о государственной регистрации программы для ЭВМ
№ 2014616580

Расчет прогнозируемого урожая при конкретном
влажностно-термическом режиме вегетационного периода

Правообладатель: *Государственное научное учреждение
Всероссийский научно-исследовательский институт
агролесомелиорации Российской академии сельскохозяйственных
наук (RU)*

Авторы: *Васильев Юрий Иванович (RU), Овечко Наталья
Николаевна (RU), Сарычев Александр Николаевич (RU)*

Заявка № **2014612168**
Дата поступления **17 марта 2014 г.**
Дата государственной регистрации
в Реестре программ для ЭВМ **27 июня 2014 г.**

Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности



Б.П. Симонов

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



СВИДЕТЕЛЬСТВО
о государственной регистрации программы для ЭВМ
№ 2015612482

Программа блока учета температурных характеристик
изменяющегося климата для учета их в прогнозе
дефляционных процессов

Правообладатель: *Федеральное государственное бюджетное научное
учреждение «Всероссийский научно-исследовательский
агролесомелиоративный институт» (RU)*

Авторы: *Васильев Юрий Иванович (RU),
Овечко Наталья Николаевна (RU)*

Заявка № **2014664166**
Дата поступления **31 декабря 2014 г.**
Дата государственной регистрации
в Реестре программ для ЭВМ **19 февраля 2015 г.**

Врио руководителя Федеральной службы
по интеллектуальной собственности



Л.Л. Кирин

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



СВИДЕТЕЛЬСТВО

о государственной регистрации программы для ЭВМ

№ 2015611374

**Расчет производительности работы сельскохозяйственной
техники в условиях ограниченного пространства
межполосной клетки**

Правообладатель: *Федеральное государственное бюджетное научное
учреждение «Всероссийский научно-исследовательский
агролесомелиоративный институт» (RU)*

Авторы: *Васильев Юрий Иванович (RU),
Овечко Наталья Николаевна (RU)*

Заявка № 2014662769

Дата поступления 09 декабря 2014 г.

Дата государственной регистрации

в Реестре программ для ЭВМ 28 января 2015 г.



Врио руководителя Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

Л.Л. Кирий

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



СВИДЕТЕЛЬСТВО

о государственной регистрации программы для ЭВМ

№ 2015614522

Расчет социальной роли лесной мелиорации

Правообладатель: *Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский агролесомелиоративный институт» (RU)*

Авторы: *Васильев Юрий Иванович (RU),
Овечко Наталья Николаевна (RU)*

Заявка № 2015611381

Дата поступления 04 марта 2015 г.

Дата государственной регистрации

в Реестре программ для ЭВМ 20 апреля 2015 г.



Врио руководителя Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

Л.Л. Кирий

Энергетическая оценка создания лесных полос и ухода за ними (в расчете на 1 га при обслуживающем персонале 1 человек)

Затраты на 1 га																
Наименование работы	Качественный показатель	Состав агрегата	трудо чел./ч*	расход горючего* го*	масса маш., кг**	общ. масса, кг	энерг. экв. на 1 кг машин**	совокуп. энергии, МДж	энерг. экв. шины и оборуд., МДж**	энерг. затр. на маш. и техн. МДж	энерг. экв. на горюч., МДж**	энерг. расх. на горюч., МДж/га	энерг. экв. МДж чел/ч	энерг. затр. на ж. труд, МДж/га	на масло (5 % от горюч.) **	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
Лущение	Глубина 6-8 см	ДТ-75Н	0,11	2,27	6490	6490	0,0243	17,35	148,3	16,32	52,8	120,00	60,8	6,69	5,99	
стерни		С4+АДГ-10	0,11	-	2490	2480	0,0800	21,82	301,2	33,13	-	-	-	-	-	
Безотвальное рыхление	50-60 см	Е-100МГС РУ.65.25	0,556 0,556	26,00 -	7500 1330	7500 1330	0,0243 0,3600	101,33 26,62	169,5 46,3	94,24 25,74 114,12	52,8 -	1373,00 -	60,8 -	33,80 -	68,64 -	
Вспашка	27-30 см	ДТ-75Н С4+ПЛН-4-35	0,769 0,769	19,65 -	6490 2150	6490 2150	0,0243 0,0360	121,27 22,15	148,4 28,8	22,15 13,95	52,8 -	1038,00 -	60,8 -	46,76 -	51,80 -	
Снегозадержание	Валки вдоль трассы ЛП	ДТ-75Н С4+СВУ-2,6	0,094 0,094	2,37 -	6490 800	6490 800	0,0243 0,0360	14,82 2,71	148,4 28,8	2,71 16,03 0,46	52,8 -	125,00 -	60,8 -	5,72 -	6,26 -	
Весеннее боронование	6-8 см	ДТ-75Н БЗТС-1,0	0,108 0,108	2,70 -	6490 42	6490 42	0,0243 0,0800	17,03 0,36	148,4 4,3	67,67 26,81	52,8 -	142,00 -	60,8 -	6,57 -	7,13 -	
Послойная культивация	Глубина первой 10-12 см; последней 8 см	ДТ-75Н С4+КПЭ+3,8г	0,456 0,456	8,74 -	6490 1153	6490 1153	0,0243 0,0510	71,90 26,81	148,4 58,8	114,12 22,15	52,8 -	161,47 -	60,8 -	27,72 -	23,07 -	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Осенняя пепелашка пара	27-30 см	ДТ-75Н МТЗ-82 СЛТЗ-155 С4+ПЛН-4-35 Пн-3-25	0,7690	19,65	6490	6490	0,0243	121,28	148,4	13,95	52,8	1038,00	60,8	46,76	51,88
Снегозадержание	Валки вдоль трассы ЛП	Дт-75Н С4+СВУ-2,6	0,0940 0,0940	2,37 -	6490 445	6490 445	0,0243 0,0360	14,82 1,51	148,4 16,0	30,87 12,23	52,8 -	125,14 -	60,8 -	5,72 -	6,26 -
Предпосадочная культивация	10-12 см	ДТ-75Н С4 + КПЭ + 3,8Г	0,2080 0,2080	3,81 -	6490 1153	6490 1153	0,0243 0,0510	32,80 12,23	148,4 58,8		52,8 -	201,17 -	60,8 -	12,65 -	10,06 -
Лушение стерни	Глубина 6-8 см	Дт-75Н С4+АДГ-10	0,1100 0,1100	2,27 -	6490 2480	6490 2480	0,0243 0,0800	17,35 21,82	148,4 31,2	16,32 33,13	52,8 -	120,00 -	60,8 -	6,69 -	5,99 -
Безотвальное рыхление	70 см	Т-100МГС РШЯ-3-120	0,5560 0,5560	26,00 -	7500 1330	7500 1330	0,0243 0,0360	101,33 26,62	169,5 46,3	94,24 24,74	52,8 -	13,72 -	60,8 -	33,81 -	68,64 -
Вспашка	27-30 см	ДТ-75Н ПЛН-4-35	0,7690 0,7690	19,65 -	6490 2150	6490 2150	0,0243 0,0360	121,28 59,52	148,4 28,8	114,12 22,15	52,8 -	1038,00 -	60,8 -	46,75 -	51,88 -
Снегозадержание	Валки вдоль трассы ЛП	Дт-75Н С4 + СВУ-2,6	0,0940 0,0940	2,37 -	6490 1800	6490 1800	0,0243 0,0360	14,82 2,71	148,4 248,8	13,95 2,71	52,8 -	125,00 -	60,8 -	5,72 -	2,26 -
Весеннее боронование	6-8 см	Дт-75Н БЗТС-1,0	0,1080 0,1080	2,70 -	6490 42	6490 42	0,0243 0,0800	17,03 0,36	148,4 4,3	16,03 0,46	52,8 -	143,00 -	60,8 -	6,57 -	7,13 -
Послойная культивация	1-10-12 см, послед. 8 см	ДТ-75Н С4 + КПЭ + 3,8Г	0,4560 0,4560	8,74 -	6490 1153	6490 1153	0,0243 0,0510	71,91 26,81	148,4 58,8	67,67 26,81	52,8 -	462,00 -	60,8 -	27,72 -	23,07 -
Осенняя вспашка пара	27-30 см	ДТ-75Н МТЗ-82 СЛТЗ-155 С4 + ПЛН-4-35 Пн-3-25	0,7690 0,7690	19,65 -	6490 2150	6490 2150	0,0243 0,0360	121,28 22,15	148,4 28,8	114,12 22,15	52,8 -	1038,00 -	60,8 -	46,76 -	51,88 -

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Осенняя па- репашка пара	27-30 см	ДТ-75Н МТЗ-82 СЛТЗ-155 С4+ПЛН-4-35 Пн-3-25	0,7690	19,65	6490	6490	0,0243	121,28	148,4	13,95	52,8	1038,00	60,8	46,76	51,88
Снегозадер- жание	Валки вдоль трассы ЛП	ДТ-75Н С4+СВУ-2,6	0,0940 0,0940	2,37 -	6490 445	6490 445	0,0243 0,0360	14,82 1,51	148,4 16,0	30,87 12,23	52,8 -	125,14 -	60,8 -	5,72 -	6,26 -
Предпосадоч- ная культиви- ция	10-12 см	ДТ-75Н С4 + КПЭ + 3,8Г	0,2080 0,2080	3,81 -	6490 1153	6490 1153	0,0243 0,0510	32,80 12,23	148,4 58,8	-	52,8 -	201,17 -	60,8 -	12,65 -	10,06 -
Лушение стерни	Глубина 6-8 см	ДТ-75Н С4+АДГ-10	0,1100 0,1100	2,27 -	6490 2480	6490 2480	0,0243 0,0800	17,35 21,82	148,4 31,2	16,32 33,13	52,8 -	120,00 -	60,8 -	6,69 -	5,99 -
Безотвальное рыхление	70 см	Т-100МГС РШЯ-3-120	0,5560 0,5560	26,00 -	7500 1330	7500 1330	0,0243 0,0360	101,33 26,62	169,5 46,3	94,24 24,74	52,8 -	13,72 -	60,8 -	33,81 -	68,64 -
Вспашка	27-30 см	ДТ-75Н ПЛН-4-35	0,7690 0,7690	19,65 -	6490 2150	6490 2150	0,0243 0,0360	121,28 59,52	148,4 28,8	114,12 22,15	52,8 -	1038,00 -	60,8 -	46,75 -	51,88 -
Снегозадер- жание	Валки вдоль трассы ЛП	ДТ-75Н С4 + СВУ-2,6	0,0940 0,0940	2,37 -	6490 1800	6490 1800	0,0243 0,0360	14,82 2,71	148,4 248,8	13,95 2,71	52,8 -	125,00 -	60,8 -	5,72 -	2,26 -
Весеннее бо- ронование	6-8 см	ДТ-75Н БЗТС-1,0	0,1080 0,1080	2,70 -	6490 42	6490 42	0,0243 0,0800	17,03 0,36	148,4 4,3	16,03 0,46	52,8 -	143,00 -	60,8 -	6,57 -	7,13 -
Послойная культивация	1-10-12 см, послед. 8 см	ДТ-75Н С4 + КПЭ + 3,8Г	0,4560 0,4560	8,74 -	6490 1153	6490 1153	0,0243 0,0510	71,91 26,81	148,4 58,8	67,67 26,81	52,8 -	462,00 -	60,8 -	27,72 -	23,07 -
Осенняя вспашка пара	27-30 см	ДТ-75Н МТЗ-82 СЛТЗ-155 С4 + ПЛН-4-35 Пн-3-25	0,7690	19,65	6490	6490	0,0243	121,28	148,4	114,12	52,8	1038,00	60,8	46,76	51,88
			0,7690	-	2150	2150	0,0360	22,15	28,8	22,15	-	-	-	-	-

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Обработка почвы в лесополосах															
Рыхление поч- вы в рядах ЛП высотой 1 м	Глубина 8-10 см	MT3-82 (ЛТЗ-155) КРЛ-1А	0,882 0,882	2,30 -	3370 871	3370 871	0,0243 0,0510	72,23 39,18	81,4 44,4	71,79 39,16	52,8 -	121,44 -	60,8 -	53,63 -	6,07 -
Культивация междурядий полос высотой до 1 м	Глубина 8-10 см	MT3-82 (ЛТЗ-155) ДТ-75Н КЛ-2,6 С4+ПРВМ-3 КСМ-5	0,882 0,882	3,81 -	3370 670	3370 670	0,0243 0,0510	72,23 30,14	81,4 39,8	71,79 35,11	52,8 -	201,17 -	60,8 -	53,63 -	10,06 -
Химическая обработка поч- вы в рядах	Соблю- дение до- зы герби- цидов	MT3-82 ПОУ, ОМ-400	1,150 1,150	0,90 -	3370 600	3370 600	0,0243 0,2460	94,17 169,74	81,4 147,6	93,61 169,4	52,8 -	47,52 -	60,8 -	69,92 -	2,38 -
Рыхление поч- вы в рядах и культивация междурядий	Глубина 10-12 см	MT3-82 КБЛ-2 КРН-2,8МО	0,882 0,882	3,81 -	3370 871	3370 871	0,0243 0,0510	72,23 39,18	81,4 44,4	71,79 39,16	52,8 -	201,17 -	60,8 -	53,63 -	10,06 -
Осенняя вспашка закра- ек ЛП	Глубина 25-27 см	ДТ-75 ПЛН-4-35	0,769 0,769	19,65 -	6490 2150	6490 2150	0,0243 0,0360	121,28 59,52	148,4 28,8	114,12 22,14	52,8 -	1038,00 -	60,8 -	47,76 -	51,88 -

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2523008

СПОСОБ СОЗДАНИЯ ПОЛЕЗАЩИТНЫХ ЛЕСНЫХ ПОЛОС

Патентообладатель(ли): *Государственное научное учреждение
Всероссийский научно-исследовательский институт
агролесомелиорации Россельхозакадемии (RU)*

Автор(ы): *Жданов Юрий Михайлович (RU), Васильев Юрий
Иванович (RU)*

Заявка № 2012136001

Приоритет изобретения 21 августа 2012 г.

Зарегистрировано в Государственном реестре
изобретений Российской Федерации 23 мая 2014 г.

Срок действия патента истекает 21 августа 2032 г.

Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

Б.П. Симонов



ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	3
1. Агротехнические и лесомелиоративные приемы защиты поч-	
вы от дефляции.....	4
1.1. Программное обеспечение адаптации защитного комплекса....	27
1.2. Подверженность пашни Западной Сибири дефляции.....	39
2. Оценка роли лесомелиорации на землях, подверженных де-	
фляции.....	43
2.1. Общая схема многокомпонентной оценки лесомелиорации на	
пашне, подверженной дефляции.....	44
2.2. Математическая основа для расчета динамики почвозащитной	
эффективности полезащитных лесных полос за ротационный пе-	
риод их древостоев.....	48
2.3. База данных для расчета ветроэрозионного потенциала терри-	
тории.....	49
2.4. Определение лесопригодности почвогрунтов.....	50
2.5. Теоретическая база для расчета возрастной динамики парамет-	
ров лесных полос на землях разной категории лесопригодности....	55
2.6. Информационная база модели возрастного изменения почво-	
защитной эффективности полезащитных лесных полос.....	58
2.7. Математическая основа для расчета динамики и почвозащит-	
ной эффективности полезащитных лесных полос за ротационный	
период их древостоев.....	61
2.8. Экономическая оценка ущерба от выдувания почвы.....	73
2.9. Теоретическая база для оценки агрономического влияния лес-	
ных полос.....	75
2.10. Информационная база данных для расчета агрономической	
эффективности систем лесных полос на землях, подверженных	
дефляции.....	86
2.11. Теоретическая база для расчета потерь производительности	
при работе в межполосном пространстве шириной (LVPI).....	95
2.12. Блок оценки социальных и других компонентов лесомелио-	
рации и их экономических показателей.....	103
2.13. Затраты на создание и раскорчевку древостоев лесных полос..	106
Заключение.....	110
Литература.....	111
Приложения.....	113

*Васильев Юрий Иванович, Кулик Константин Николаевич,
Овечко Наталья Николаевна, Турко Светлана Юрьевна*

МОНОГРАФИЯ

МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ КОМПЬЮТЕРНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ
И МНОГОКОМПОНЕНТНОЙ ОЦЕНКИ РОЛИ ЛЕСОМЕЛИОРАЦИИ
В КОМПЛЕКСЕ С АГРОТЕХНИЧЕСКИМИ
ПРИЕМАМИ БОРЬБЫ С ДЕФЛЯЦИЕЙ

*Компьютерная верстка В. Г. Гирявенко
Ответственный за выпуск В. П. Скачков*

Подписано в печать 08.06.2020.

Формат 60×84 1/16

Объем 6,2 уч.-изд. л. Заказ 5.

Тираж 300 (первый завод 70).

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