



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

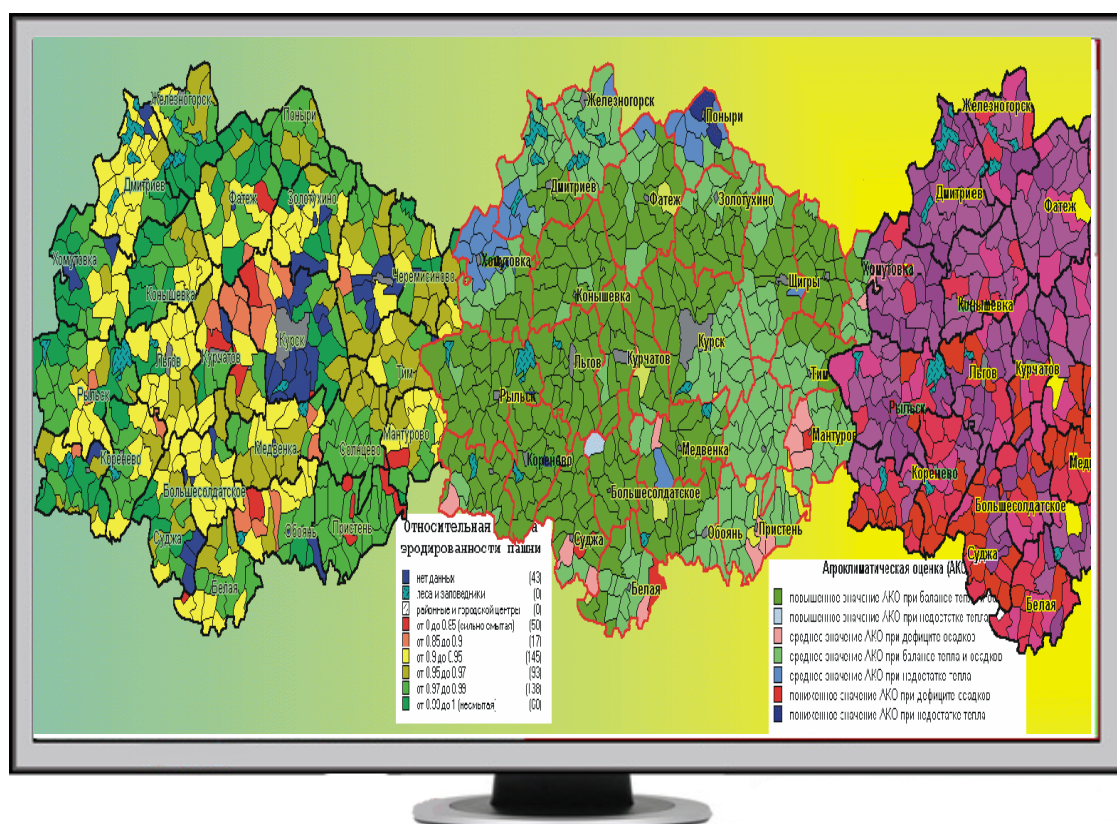
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ – МСХА

имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА
(ФГОУ ВПО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)

АГРОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Под редакцией профессора И.И. Васенева

Интерактивный курс



Москва 2010



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ – МСХА

имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА

(ФГОУ ВПО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)

**Васенев И. И., Бузылев А.В., Курбатова Ю.А., Руднев
Н.И., Тиунов А.И., Чистотин М.В.**

АГРОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Под редакцией профессора И.И. Васенева

**Интерактивный курс
для подготовки магистров
по направлению «Агрохимия и агропочвоведение»
профилю «Агроэкология»
программе «Агроэкологический менеджмент и
инжиниринг»**

Москва 2010

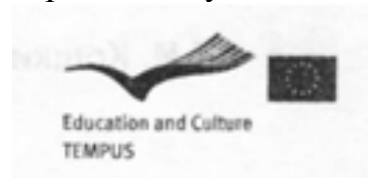
УДК 519 : 631.58

ББК 26.1 + 41.41

А 26

Авторы: д-р биол. наук, проф. И.И. Васенев, А.В. Бузылев, канд. биол. наук Ю.А. Курбатова и М.В. Чистотин, Н.И. Руднев, д-р биол. наук А.И. Тиунов

*Издание осуществлено при поддержке
программы Темпус, грант Европейской
Комиссии CD_JER-26168-2005*



Рецензенты:

д-р биол. наук, проф., чл.-корр. РАН С.А. Шоба (МГУ имени М.В. Ломоносова),
д-р биол. наук, проф. М.А. Мазиров (РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева)

Васенев И. И., Бузылев А.В.

Агроэкологическое моделирование и проектирование. Интерактивный курс – М.: РГАУ-МСХА, 2010. 120 с.: илл. (Учебное пособие для студентов высших учебных заведений).

В учебном пособии в интерактивной форме представлены современные представления об основных видах агроэкологических моделей и возможности их применения для решения задач агроэкологического проектирования с использованием информационных технологий и районированных нормативов. Основное внимание уделено методическим вопросам агроэкологического моделирования базовых агроклиматических показателей, качества земель, эрозионных, эмиссионных, миграционных и трансформационных процессов. Описаны базовые алгоритмы анализа, принципы районирования нормативной базы, формы представления входных и выходных данных в Локальной информационно-справочной системе агроэкологической оптимизации земледелия (ЛИССОЗ), возможности ее использования для решения задач агроэкологического проектирования базовых элементов систем земледелия. Третья часть пособия посвящена практическим работам экспериментального агроэкологического моделирования и автоматизированного агроэкологического проектирования базовых элементов систем земледелия.

Для студентов агроэкологических и агрономических специальностей, обучающихся по программам магистратуры, а также аспирантов, преподавателей, научных сотрудников, работников сельского хозяйства и природоохранных учреждений, интересующихся вопросами агроэкологического моделирования и проектирования.

Данный материал опубликован при поддержке Европейского Союза. Содержание публикации является предметом ответственности авторов и не отражает точку зрения Европейского Союза.

© Васенев И. И., Бузылев А.В., Руднев Н.И. и др. авт., 2010

© РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2010

Предисловие

В учебном пособии систематизированы современные представления об основных видах агроэкологических моделей и возможности их применения для решения задач агроэкологического проектирования с использованием информационных технологий и районированных нормативов. Основное внимание уделено методическим вопросам агроэкологического моделирования базовых агроклиматических показателей, качества земель, эрозионных, эмиссионных, миграционных и трансформационных процессов. Описаны базовые алгоритмы анализа, принципы районирования нормативной базы, формы представления входных и выходных данных в Локальной информационно-справочной системе агроэкологической оптимизации земледелия (ЛИССОЗ), возможности ее использования для решения задач агроэкологического проектирования базовых элементов систем земледелия. Третья часть пособия посвящена практическим работам экспериментального агроэкологического моделирования и автоматизированного агроэкологического проектирования базовых элементов систем земледелия.

Материал представлен в интерактивной форме. Модули построены по общему плану. Теоретическому материалу предшествуют методические и организационные указания, ключевые слова, основная и дополнительная литература. В тексте обращается внимание на наиболее важные положения путем постановки вопросов и выделение материала восклицательным знаком. В конце каждого раздела имеются контрольные вопросы и задания, выполнение которых позволяет активизировать и закрепить полученные знания.

Наряду с отечественными и зарубежными публикациями последних лет, использованы результаты научной работы и преподавания на кафедре экологии РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, современных исследований в Институте проблем экологии и эволюции имени Н.А. Северцева (РАН) и ВНИИ агрохимии имени Д.Н. Прянишникова (РАСХН).

Часть I. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ АГРОЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ



Модуль 1.1. Системный анализ агро- экосистем и основы агроэко- логического моделирования

Вы будете изучать

- Ключевые определения и понятия агроэкологии.
- Особенности использования системного анализа при исследовании экосистем и агроэкосистем.
- Формализованные описания задач системного анализа, структуры и состояния систем.
- Основные виды и анализ устойчивости систем
- Различные подходы к систематизации агроэкологических моделей

Цели модуля

- Дать представление о ключевых определениях и понятиях агроэкологии
- Показать перспективы использования системного анализа при исследовании экосистем и агроэкосистем.
- Обсудить основные виды и провести анализ устойчивости систем.
- Рассмотреть различные подходы к систематизации агроэкологических моделей

После изучения модуля вы сможете

- Знать ключевые определения и понятия агроэкологии.
- Понимать перспективы использования системного анализа при исследовании экосистем и агроэкосистем

- Провести анализ устойчивости различных видов агроэкосистем.
- Понимать различные подходы к систематизации агроэкологических моделей.



Основная литература

1. Агроэкология. Методология, технология, экономика (под ред. В.А. Черникова, А.И. Чекереса). – М.: КолосС, 2004. – 400 с.
2. Информационно-справочные системы по оптимизации землепользования в условиях ЦЧЗ (под ред. И.И. Васенёва и Г.Н. Черкасова). – Курск: ЦНТИ, 2002. – 120 с.



Дополнительная литература

1. Агроэкологическая оценка земель, проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий (под ред. В.И. Кирюшина и А.Л. Иванова). – М.: Росинформагротех, 2005. - 783 с.
2. Васенев И.И. Почвенные сукцессии. - М.: Издательство ЛКИ, 2008. –400 с.



Ключевые слова

Агроэкосистемы,
Агроэкологические модели,
Агроэкологическое моделирование,
Системный анализ агроэкосистем,
Устойчивость агроэкосистем,
Методы моделирования,
Системный анализ.

1.1.1. АГРОЭКОЛОГИЯ КАК НАУКА ОБ АГРОЭКОСИСТЕМАХ



Что такое агроэкология?



■ **Агроэкология** как самостоятельная научная дисциплина относится к наиболее молодым и поэтому наименее формализованным и систематизированным областям научного знания, в которых продолжается активное развитие основной парадигмы и терминологии, принципиальной методологии и систематизации объектов, специализированных методов исследования и технологий практического освоения их результатов [«Agroecology», 1998; «Агроэкология», 2000; 2004].

Предлагаются различные определения агроэкологии, отвечающие особенностям конкретных агроэкологических проблем и задач. Обсуждаются различные методы их решения и проведения специализированных исследований. Идет активный поиск обобщающей методологической базы агроэкологии и холистической системы пространственно-временной и функционально-технологической координации ее объектов.

На данный момент агроэкология как единая научная и учебная дисциплина достигла стадии постепенной кристаллизации основных положений своей обобщающей экологической парадигмы. С развитием широкой сети учебных кафедр и научных учреждений, специализирующихся по направлению агроэкологии [«Агроэкология...», 2004], они проходят широкую перекрестную верификацию – в ходе поэтапного анализа предлагаемых для обсуждений концептуальных положений и системной организации большого объема накопленной информации о различных сферах агроэкологических знаний, основных проблемных агроэкологических ситуациях, рациональных способах их оценки, прогнозирования и разрешения.

 В качестве базового определения агроэкологии предлагается [«Агроэкология», 2000] понимать под ней комплексную научную дисциплину, изучающую взаимодействие человека с окружающей средой в процессе сельскохозяйственного производства, влияние сельского хозяйства на природные комплексы и их компоненты, взаимодействие между компонентами агроэкосистем и специфику круговорота в них веществ, перенос энергии, характер функционирования агроэкосистем в условиях техногенных нагрузок.

 Его можно дополнить более простым функциональным определением: **агроэкология** – наука о структуре, функционировании, оценке и оптимизации агроэкосистем, их взаимодействии и взаимовлиянии с природными и антропогенными системами более высокого и низкого уровня.

1.1.2. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ЭКОСИСТЕМ И АГРОЭКОСИСТЕМ



Что такое системный анализ?

Системный анализ – это всесторонний анализ, использующий принцип поэтапности:

- постановка цели,
- определение задач,
- формулировка научной гипотезы,
- всестороннее изучение особенностей оптимального варианта (размещения производства).

 **Цели** - желаемые состояния системы или результаты ее деятельности, достижимые в пределах некоторого интервала времени.

- Цели деятельности вытекают из объективных потребностей и имеют иерархический характер.
- Цели верхнего уровня не могут быть достигнуты, пока не достигнуты цели ближайшего нижнего уровня.
- По мере перемещения вниз по уровням иерархии системы цели конкретизируются.
- Цели должны быть сформулированы конкретно и четко, обеспечивая возможность количественной или порядковой (больше–меньше, лучше–хуже) оценки степени их достижения.
- Цели должны быть конкретизированы по времени и исполнителям.

Проблема нахождения наилучшего пути достижения поставленной цели распадается на две части:

- выбор из множества возможных вариантов наиболее рациональных и доминирующих;
- выбор наилучшего варианта из рациональных.

 Цели и стратегии должны соответствовать имеющимся ресурсам. Если ресурсов недостаточно, то цели и стратегии должны быть скорректированы.

Этот процесс продолжают до тех пор, пока не будет обеспечена потребность целей и стратегий ресурсами. Однако пересмотр целей и стратегии возможен и в том случае, если ресурсы недоиспользуются.



Что такое экологическая идентификация?

 При исследовании **экосистем** особое внимание уделяется экологической идентификации – выявлению экологических ниш населяющих экосистему живых организмов.

 Под экологической нишей обычно понимается место, занимаемое данной популяцией в территориальной, временной и функциональной структуре данной экосистемы.

Например, в неморально-бореальных ельниках южной тайги куртины черники часто приурочены к приствольным и ветровальным повышениям, а пятна зеленых и сфагновых мхов – к микропонижениям рельефа (территориальная организация экосистемы). Другой пример: совы охотятся ночью, а коршуны – днем (временная организация экосистемы).

Каждый вид в экосистеме выполняет определенную функцию: в ней нет бесполезных видов. Одни виды, автотрофы, производят органические вещества из минеральных. Другие, консументы, их частично перерабатывают. Третьи, редуценты, завершают цикл, возвращая в систему исходные минеральные элементы. Положение вида в «обслуживании» этого круговорота веществ определяет его место в функциональной структуре экосистемы. Чем больше разнообразие видов в системе (биоразнообразие), тем больше разветвленность связей между отдельными видами, и следовательно, тем выше устойчивость системы к внешним воздействиям.



Какие основные методы используют при исследовании экосистем?

 При исследовании экосистем используются лабораторные, природные эксперименты, логический анализ, математическое и компьютерное моделирование.



Что включает в себя принципиальный алгоритм исследования и моделирования экосистем?

Как правило, исследования начинаются с идентификации поставленной задачи. Она детализируется на частные подзадачи. Проводится патентный

поиск и анализ литературы по данному вопросу. Найденная информация анализируется с выявлением и кратким описанием хорошо проработанных разделов, проблемных вопросов и наиболее перспективных методов их решения.

Затем разрабатывается рабочая гипотеза (часто с несколькими вариантами решений), уточняется состав анализируемых объектов и набор применяемых методов анализа. При этом собираются и максимально используются все имеющиеся материалы (цифровые, картографические, описательные) по анализируемой экосистеме.

Проводится рекогносцировочное и первичное полевое обследование экосистемы. Выявляются или уточняются основные факторы, влияющие на развитие исследуемой проблемной ситуации. Намечаются и отбираются основные, контрольные и верификационные объекты исследования. Отбираются представительные образцы для лабораторных исследований.

Лабораторные исследования включают как инструментальный анализ состава и свойств отобранных образцов, так и проведение специальных лабораторных экспериментов, моделирующих поведение анализируемой экосистемы. Например, при оценке потенциальной опасности загрязнения озера промышленными стоками, обычно анализируют их влияние на модельную водную экосистему в контрольных условиях лаборатории.

Проведение подобных экспериментов позволяет в сжатые сроки набирать большой и разнообразный аналитический материал, характеризующий поведение моделируемой экосистемы в строго контролируемых и ранжированных условиях (например, одинарной, двойной и тройной дозы загрязнения при равенстве всех прочих условий). Это облегчает последующий математический анализ и компьютерное моделирование поведения системы. В то же время, это обуславливает ряд ограничений на возможности пространственно-временной экстраполяции получаемых результатов.

При проведении логического, математического и компьютерного моделирования особенно важно определить конкретные рамки фактического ма-

териала, на основе которого проводилось моделирование, и оценить эмпирически и логически обоснованные пределы работы создаваемой модели. Как правило, модель разрабатывается на основе результатов анализа основных объектов/образцов и затем верифицируется (проверяется, уточняется) на примере дополнительных (верификационных) образцов.

При необходимости, разработанная модель или созданные в результате исследований заключения проверяются при проведении завершающих обследований натурной экосистемы.

1.1.3. ФОРМАЛИЗАЦИЯ ЗАДАЧ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА, СТРУКТУРЫ И СОСТОЯНИЯ СИСТЕМ



В чем состоят особенности системного анализа?



Системный анализ – это совокупность определенных научных методов и практических приемов решения разнообразных проблем, возникающих во всех сферах целенаправленной деятельности общества, на основе системного подхода и представления объекта исследований в виде системы.

Он характеризуется упорядоченным, логическим подходом к исследованию проблем, с использованием существующих методов их решения, разработанных в рамках различных наук.

Системный анализ предназначен для решения, в первую очередь, слабо структурированных проблем, состав элементов и взаимосвязей которых установлен только частично, возникающих в ситуациях с элементами неопределенности, сложно формализуемыми и с трудом переводимыми на язык математики.

Системный анализ – самостоятельная научная дисциплина, имеющая свою собственную теорию, аппарат формализации и методы анализа систем. Системный анализ можно охарактеризовать как науку об общих закономер-

ностях строения и поведения сложных систем. Специфическим формальным аппаратом СА являются экспертные системы, системно-динамические, дискретные (кибернетические) и интегральные модели.

Задачи системного анализа решаются с помощью различных отраслей современной математики: исследования операций, теории игр, оптимального управления, дискретной математики и иных. Поиск лучшего решения проблемы начинается с определения и упорядочения целей деятельности системы, при функционировании которой возникла данная проблема. При этом устанавливается соответствие между этими целями, возможными путями решения возникшей проблемы и потребными для этого ресурсами.



Что является объектом системного анализа?



Объект системного анализа в теоретическом аспекте – это процесс подготовки и принятия решений; в прикладном аспекте – это различные конкретные проблемы, возникающие при создании и функционировании систем.

В теоретическом аспекте системный анализ позволяет выделить:

- общие закономерности проведения исследований, направленные на поиск наилучших решений различных проблем на основе системного подхода;
- конкретные научные методы исследований; составные части проблемы; определить взаимосвязи, существующие как между элементами системы, так и между системой и внешней средой и т.п.;
- различные методы и приемы исследований, разработанные в рамках других дисциплин, но применимые для конкретной ситуации.

В прикладном аспекте системный анализ вырабатывает рекомендации по созданию принципиально новых или усовершенствованных систем.

Выделить предмет системного анализа, т.е. отнести системный анализ к категории наук, не представляется возможным, поскольку решением указанных выше проблем занимается целый ряд наук и научных направлений.



В чем состоит главная цель системного анализа?



■ **Главная цель системного анализа** – выработка конкретных рекомендаций, в том числе и на основе использования достижений теоретических наук в прикладных целях.

Это дает право говорить о двойственной природе системного анализа. С одной стороны, это теоретическое и прикладное научное направление, использующее в своих целях достижения многих других наук (точных: математика, гуманитарных: экономика, социология). С другой – системный анализ – это искусство, сочетающее объективные и субъективные аспекты, присущие как самому процессу анализа, так и процессу принятия решений на основе его данных.



Что такое система?



■ **Система** – не механический набор, а совокупность взаимодействующих между собой элементов.

Она обязательно предполагает целенаправленное взаимодействие, т.е. некоторую цель как результирующее свойство отношений между элементами исследуемого множества. Благодаря этому система способна реализовывать определенную функцию. Для сложных систем характерны информационные процессы управления.

Элементы, относящиеся к данной системе, обладают особым характером отношений – **связностью**. Система всегда рассматривается как некоторая обособленная часть общего. Элементы системы взаимодействуют друг с другом иначе, чем с другими системами, что обуславливает ее обособление.

Все, что не относится к данной системе, рассматривается как внешняя среда по отношению к системе.



Чем отличаются понятия элемента и компонента системы?



■ **Элемент системы** – условно неделимая, самостоятельно функционирующая часть системы.



■ **Компонент системы** – множество относительно однородных элементов, объединенных общими функциями при обеспечении выполнения общих целей развития системы.



■ **Функциональная среда системы** – характерная для системы совокупность законов, алгоритмов и параметров, по которым осуществляется взаимодействие между элементами системы и функционирование системы в целом.



Что такое структура системы?



■ **Структура системы** – совокупность связей, по которым обеспечивается энерго-, массо- и информационный обмен между элементами системы, определяющий функционирование системы в целом и способы ее взаимодействия с внешней средой.

Важнейшим и определяющим свойством системы является ее **целостность**. Свойство целостности обуславливается целесообразным взаимодействием элементов системы в соответствии с общей целью ее функционирования.

Система всегда обладает **эмерджентностью** - качественно иными свойствами, не выводимыми из свойств отдельных ее элементов. Оно присуще всем сложным системам. Лес обладает свойствами, которыми не облада-

ют отдельные деревья. Сельскохозяйственная отрасль отличается от отдельно взятых предприятий и т.д.

 **Эмерджентность** является формой реализации некоторых свойств связности и организованности системы.

Связность – особый характер взаимоотношений между ее элементами. Именно это свойство позволяет вычленить систему из окружающей среды. Свойство связности проявляется в форме определенной упорядоченности отношений между элементами определенной внутренней структуры. Со свойством связности связано понятие **разнообразия**.

Степень разнообразия зависит от числа элементов системы. Максимальное разнообразие определяется как

$$H = \log_2 N,$$

где N – число элементов системы.

Максимальное разнообразие соответствует тому случаю, когда поведение одного элемента не зависит от поведения других, т.е. элементы не связаны между собой. Число независимых характеристик называют **числом степеней свободы**. Число степеней свободы любой системы ограничено. Целенаправленное функционирование системы возможно только благодаря ограничению ее разнообразия. Ограничение разнообразия лежит в основе управления системой.

 **Сложность** – определяется числом элементов, образующих систему, степенью разветвленности ее внутренней структуры, характером функционирования (одноцелевое или многоцелевое).

Организованность – проявляется в изменении соотношения между нарастающей сложностью системы и совершенствованием ее структуры. Совершенствование структуры осуществляется путем организации новых форм взаимосвязей и взаимодействий между элементами системы.

1.1.4.ОСНОВНЫЕ ВИДЫ СИСТЕМ

Системы, созданные без участия человека, являются естественными, системы, созданные людьми – искусственными.

По характеру взаимодействия с внешней средой различают системы открытые и замкнутые. Открытая система находится во взаимодействии со средой. В закрытых системах элементы взаимодействуют друг с другом без взаимодействия с окружающей средой. Строго говоря, таких систем быть не может. Однако в ряде случаев можно рассматривать некоторые системы, абстрагируясь от внешней среды.



Что собой представляют детерминированные системы?

Если в процессе взаимодействий последовательность событий "причина–следствие" predeterminedены заранее, говорят о детерминированных системах. Связи в них носят жесткий, функциональный характер. И в детерминированных системах могут происходить сбои. Например, при нажатии на выключатель должен загореться свет. Но в некоторых случаях это может не произойти.

Чаще встречаются **вероятностные системы**. Последовательность событий в таких системах носит вероятностный характер. Поведение таких систем предсказать точно невозможно, только с некоторой вероятностью.



По каким признакам системы делятся на простые, сложные и очень сложные?



Простыми называют системы, состоящие из небольшого числа элементов, с простыми взаимосвязями, неразветвленной структурой и предназначенные для выполнения элементарных функций (например, чередование культур в севообороте).

Сложной называется система с большим числом элементов, взаимосвязей и взаимодействий, характер их разветвленный, выполняемые функции разнообразны (например, сельскохозяйственное предприятие).

 Очень сложными принято называть системы, сущность взаимосвязей в которых не вполне понятна, недостаточно изучена. Очень сложными системами являются мозг, вселенная, общество.

Границы приведенных классификаций весьма условны. Жестких критериев дифференциации систем по сложности нет. Для любых сложных систем характерны многоуровневые (иерархические) структуры. Структуры в зависимости от выбранной точки отсчета и критерия разбиения могут быть вертикальными и горизонтальными. Иерархические структуры распространены повсеместно и носят универсальный характер.

Наличие такой структуры обеспечивает системе высокую надежность функционирования, благодаря возможности создания элементной избыточности. Эффективность функционирования иерархической структуры зависит от ее структуры, формы связей в иерархии.

При рассмотрении отношений системы со средой входные и выходные величины выступают как переменные, которые могут принимать различные значения. Найти значения наиболее существенных переменных системы – значит охарактеризовать ее состояние.



Чем отличаются статические и динамические системы?

В некоторых системах значения переменных изменяются постепенно с течением времени. В других – изменения происходят скачками, между которыми система остается неизменной в течение некоторого времени. Такие системы называют статическими. Реально **статические системы** существуют только на определенном отрезке времени.

Если переход из одного состояния системы в другое происходит не скачкообразно, а на протяжении некоторого периода времени, системы называют динамическими. Последовательное изменение состояний системы называется движением. Движение включает в себя любое изменение состояния системы во времени.

Если при изучении состояний системы рассматривают только входные и выходные величины, без учета протекающих при этом процессов, говорят, что систему изучают методом "черного ящика". Абстрагирование от структуры системы позволяет изучать одними и теми же методами системы совершенно различной структуры – методом моделирования.

Динамическая система в процессе движения может находиться в трех различных состояниях: равновесном, переходном и периодическом.

 **Состояние системы называется равновесным, если ни одна из существенных характеристик не изменяется во времени.**

Переходным называется такой тип поведения системы, когда она находится в состоянии перехода из некоторого начального состояния в какое-либо установившееся. Этот тип характерен для экономических систем.

Если система через равные интервалы времени возвращается в одни и те же состояния, то данный режим называется периодическим. Например, тенденция урожайности в зависимости от солнечной активности имеет 11-летний цикл.

1.1.5. АНАЛИЗ УСТОЙЧИВОСТИ СИСТЕМ



В чем состоит устойчивость системы?



Устойчивость – это постоянство состояния системы или постоянство последовательности некоторых ее состояний во времени в процессе ее преобразований.

Понятие устойчивости в живых организмах связано с понятием гомеостаза (способность живых организмов обеспечивать оптимальный режим внутренней среды путем поддержания постоянства существенных переменных: температура, состав клеточной жидкости и т.д.).

Обеспечение постоянства существенных параметров системы достигается за счет процессов саморегулирования в живых организмах, благодаря чему устраняются последствия воздействия случайных влияний среды на отдельные подсистемы организма. Понятие устойчивости относится не к системе в целом, а к какому-либо свойству ее поведения, причем поведения системы в целом, а не отдельных ее частей.

Понятие устойчивости динамических систем связано с тем, что отклонения некоторых параметров системы от заданных не превышает допустимых значений. Система, устойчивая по одному признаку, может быть неустойчивой по другому. Сохранение целостности системы при постоянно меняющихся внешних условиях можно представить как достижение некоего равновесия со средой ее обитания. Это равновесие в общем случае подвижно. Устойчивость подвижного равновесия выражается в обобщенном принципе Ле Шателье.



Что собой представляет принцип Ле Шателье?

Принцип Ле Шателье известен из химии и характеризует изменения равновесия химических реакций в смесях различных веществ при оказании на них различных влияний – изменения температуры смеси, давления, удаления (накопление) в смеси реагентов и продуктов отдельных реакций, а также иных превращений.

Обобщение принципа Ле Шателье применительно к любым сложным системам называется законом адаптации. Согласно этому закону, всякая система стремится измениться таким образом, чтобы свести к минимуму эффект внешнего воздействия. При этом, если интегральные показатели систе-

мы при отсутствии изменений внешней среды остаются постоянными, наблюдается состояние гомеостаза. Если же они колеблются около некоего среднего положения, оставаясь в определенных рамках, то это – состояние гомеокинеза.



Чем отличаются гомеостаз и гомеокинез системы?

Гомеостаз сложных систем достигается посредством комплекса механизмов. Примером выраженного гомеостаза могут быть сформировавшиеся зональные геоэкосистемы, содержащие биотические и абиотические компоненты, находящиеся в квазистационарном состоянии, имеющие определенный почвенный покров, растительные сообщества, типы режимов функционирования. Однако абсолютный гомеостаз недостижим.



В природе наиболее часто встречается **гомеокинез**, так как даже в отсутствие резких изменений интегральные показатели систем колеблются во времени случайным образом.

Такие колебания незначительны, поэтому при описании систем можно использовать средние характеристики интегральных показателей на некотором отрезке времени.

Гомеостаз и гомеокинез возможны только при сохранении системы как единого целого с сохранением ее структуры, при этом важен рассматриваемый интервал времени. Свойство самосохранения сложных биологических систем в соответствии с законом адаптации в первую очередь направлено на то, чтобы уменьшить неблагоприятные воздействия на систему окружающей среды.



Как реализуются обратные связи в рамках биологических систем?

 **Сохранение биологической системы в целостном виде осуществляется посредством обратной связи.**

Реакции живого организма, способствующие уменьшению влияния окружающей среды – отрицательные обратные связи. Положительные обратные связи вызывают изменения в системах по типу цепной реакции. Если бы они встречались часто, т.е. система меняла бы свои параметры от каждого небольшого воздействия, то биологические системы не могли бы существовать физически. Дублирование систем обратной связи повышает устойчивость работы систем, их эффективность и надежность.

Эффективность обратных связей повышает целостность системы. Возможности обратных связей не безграничны. Например, температура воздуха может изменяться очень сильно, однако температура теплокровного животного будет постоянной, но до определенного предела. Такое состояние в биологии называют срывом адаптации. Система либо гибнет, либо вынуждена существенно (скачкообразно) измениться, чтобы соответствовать этим изменениям. В экологии примером смен состояния системы может быть замена лесных насаждений степными и наоборот.

 **Состояние системы** – это режим ее функционирования, когда интегральные показатели находятся в гомеостазе (или гомеокинезе) с окружающей средой, а обобщенная структура системы находится неизменной во времени и в пространстве. Можно доказать математически, что количество состояний системы ограничено.

Конечность числа состояний системы не позволяет добиваться от системы не свойственных ей (произвольных) состояний. Ограниченный, строго оцененный через определенные промежутки времени характер интегральных показателей и внешних воздействий и характер состояний системы определяются ее внутренней структурой.

Смена состояний системы сопровождается изменениями ее интегральных показателей и структурными перестройками разного масштаба. При этом система может сохранить ряд своих наиболее важных показателей, остается целостной и продолжает входить в качестве компонента в другую систему более высокого уровня, в которую она входила и ранее. Физические и иные потери могут наблюдаться на уровне элементов гетерогенной системы. Подобная смена состояний называется кризисом.

 **Кризис** не ведет к разрушению системы, но ведет к ее существенной перестройке. Фактически кризис для большинства систем есть механизм обновления, экстраординарный механизм адаптации к новым условиям (например, экологический кризис).



Чем катастрофа отличается от кризиса?

Катастрофа характеризуется радикальным изменением структуры системы. Отдельные ее компоненты исчезают. На их месте могут возникать новые. Идет повсеместное уничтожение старых и появление новых элементов. Морфология системы изменяется. Интегральные показатели системы меняются значительно и резко. Пример экологической катастрофы – радикальное преобразование природы в регионе (бассейн Арала, Братск, Череповец, Среднее Приобье).

Еще более радикальные изменения системы называются катаклизмами. **Катаклизм** по существу есть разрушение системы. Подавляющее большинство звеньев ее структуры разрушается. Исчезает основная часть компонентов и элементов. Воссоздание системы после катаклизма, по сути, является построением новой системы с использованием элементов старой. Интегральные показатели системы после катаклизма условно принимают равными нулю, которые характеризуют отсутствие данной системы в прежнем качестве.

Приведенная градация изменений системы характеризует глубину этих изменений, имеющих для системы как отрицательные, так и положительные воздействия. Например, в случае глобального потепления тундра может быть заменена тропиками. Произойдет катастрофа для тундры, но не для всей экосистемы. Будет реализована способность живых систем к сохранению результата при решительном изменении путей его достижения. Реализуется общесистемный принцип "выживания через кризис".



Что собой представляет характерное время развития системы?



Минимальный отрезок времени, в течение которого происходит смена состояний системы, называется характерным временем развития системы. Измерять интегральные показатели системы на интервалах времени, меньших характерных, некорректно.

1.1.6.СИСТЕМАТИЗАЦИЯ АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ

Растущая стратификация предметно-целевого и пространственно-временного поля агроэкологических исследований и моделирования актуализируют вопросы системной классификации агроэкологических моделей [Полужков, 1991; Rossiter, 1996; Козловский, 2003; «Агроэкология...», 2004]. Схема многомерной классификации агроэкологических моделей Адискота-Вагенета [Addiscott, Wagenet, 1985], доработанная Хусбиком и Брайантом [Hoosbeek, Bryant, 1992], основана на трехмерной координации детерминированных моделей с ранжированными осями, по которым фиксируется:

- уровень детальности рассмотрения описываемых моделью процессов (механические ↔ функциональные модели);
- уровень квантификации модели – детальности применяемых в них расчетов (качественные ↔ количественные модели);

- уровень иерархической организации описываемого в модели объекта (i - n ↔ $i+n$, где i – базовый уровень объекта, в нашем случае - агроэкосистемы).



Что такое механические модели?

Механические модели основаны на использовании современных знаний о наиболее фундаментальных механизмах моделируемых процессов (химические реакции, гидрофизические уравнения и т.п.).



Чем функциональные модели отличаются от механических?



Функциональные модели не претендуют на фундаментальность и реализуют упрощенные концепции. Область применения механических моделей часто ограничивается исследовательскими целями. Более простые и удобные в обращении функциональные модели нередко используются для решения широкого круга прогностических и управленческих задач.

Использование современных гидрофизических, физико-химических и математических методов исследования, моделирования и описания агроэкологических режимов и процессов способствовали получению широкого класса механических и функциональных моделей, эффективно работающих в агроэкологии [«Quantitative modeling...», 1994; «Агроэкология...», 2004].



Что определяет возможности широкого применения моделей?

Область возможного применения моделей значительно возрастает с повышением их гибкости и адаптивности. Они определяют число и глубину допустимых модификаций-адаптаций модели – применительно к задачам и возможностям конкретного пользователя. Поэтому наиболее популярные агроэкологические модели со временем приобретают характер моделей-оболо-

чек (model-frameworks), которые предусматривают последовательную детализацию-локализацию – с алгоритмическим и/или информационно-справочным насыщением их содержания для решения конкретных задач.

Удачный выбор шкал координации и подразумеваемое взаимовлияние соседних иерархических уровней в схеме Хусбика-Брайанта способствовали ее быстрой популяризации среди почвоведов. Она послужила каркасной основой для создания более детальных процессных схем и даже систематизации работ по педометрии и моделированию почв.

Затем Вагенет [Wagenet, 1993] дополнил иерархическую организацию моделей сопряженной систематизацией основных методических подходов к моделированию процессов и базовых методов анализа, характерных для каждого иерархического уровня (табл. 1.1.6.1.).

Таблица 1.1.6.1. Систематизация методов моделирования агроэкологических процессов по иерархическим уровням организации агроэкосистем (на основе [Wagenet, 1994; «Агроэкология...», 2004]).

i	Система	Преобладающие модели	Методы анализа
i+4	Область, регион	Статистические, картографические и концептуальные модели основных процессов	Массовые анализы, космоаэросъемка, ГИС*
i+3	Район, округ, группа агроландшафтов	То же + гидрологические и балансовые модели (статистические, функциональные) регионально-типологические формы процессов и режимов функционирования, развития и использования агроэкосистем	То же+ гидрологические методы, геостатистика, хроно- и агроряды, вложенные ключевые участки агроэкосистем
i+2	Агроландшафт, хозяйство	Детерминистские и стохастические модели изменения агроэкосистем и агроэкологических функций почв и земель, геостатистические и гидрологические модели	То же + морфогенетический и биогеохимический мониторинг, детальный анализ СПП*
i+1	Поле, рабочий участок	2-D, 3-D -модели, функциональные модели боковых потоков, модели посевов, доминирующих процессов и	То же + агрохимический мониторинг, балансовые расчеты,

		режимов	TDR, GPR*
i	Элементарный ареал агроэкосистем	Модели продукционного процесса, движения и трансформации веществ - на основе моделей уровня (i-1) и анализа внутрипольного варьирования агроэкосистем	Морфогенетический анализ профиля почв, структуры ареала, режимные наблюдения in situ, TDR
i	Система	Преобладающие модели	Методы анализа
i-1	Горизонт почв, растение, ризосфера	Детерминистские (механические) и функциональные модели роста растений и их органов, 1-D, 2-D -модели движения и трансформации растворов и веществ	Морфогенетические и физиологические анализы, вегетационные опыты, лизиметры, ...
i-2	Пед, корешок, ...	Механические и описательные модели движения и трансформации растворов и веществ в растении и почве, движение растворов по макропорам и сосудам	Компьютерная томография, микроморфология, микрохимия, микровегетационные опыты
i-3	Микроагрегат, микроорганизм ...	Механические и описательные модели движения и трансформации веществ во внутрипедной массе почвы, в растении и микроорганизме, на их границах	Ядерный магнитный резонанс, микроморфология, микрохимия, микробиологические опыты...
i-4	Пора/гранулометрич. частица, клетка...	Электрохимические и биохимические модели (детерминистские/механические)	Субмикроскопическая техника, химия растворов методы физхимии, биохимии, биологии клетки

* ГИС - геоинформационные системы, СПП - структуры почвенного покрова, TDR - динамический рефлектометр, GPR – радар для анализа проницаемости почв.

Особое внимание он уделит процессам влагопереноса, которые, как правило, играют ключевую роль в функционировании агроэкосистем и являются основой для количественного описания целого ряда других процессов.

Наименее оснащенным количественными методами исследования и моделирования агроэкологических процессов оказался центральный про-

странственно-временной масштаб функционирования и изменения агроэкосистем, который и характеризуется наибольшей агроэкологической спецификой – является центральным для большинства агроэкологических функций сельскохозяйственных земель и агроландшафта в целом. Их исследование предполагает концентрацию основного внимания на четырех центральных иерархических уровнях агроэкосистем (от почвенного горизонта, растения и его ризосферы, $i-1$, до поля - рабочего участка, $i+1$, и агроландшафта - хозяйства, $i+2$) и использование соответствующей методологической и технической базы количественных исследований.

В последние десятилетия очень активно развиваются теоретические и методические исследования по комплексному анализу агроэкологического состояния и функционирования сельскохозяйственных земель на уровне от региона до района, хозяйства и поля. Формируются агрохимические и агрофизические основы агроэкологического моделирования продукционного процесса.

Большое внимание уделяется экологическим функциям и лимитирующим факторам нормального функционирования сельскохозяйственных земель, агроэкологическим требованиям отдельных сельскохозяйственных культур, агроэкологическим особенностям рельефа и почвенного покрова, вопросам нормирования, диагностики и технологических решений проблемных экологических ситуаций с антропогенной деградацией и техногенным загрязнением базовых элементов агроландшафта.

Широко востребованы динамические модели миграции и трансформации растворов основных элементов питания и загрязнителей по профилю почвы, с поверхностным стоком и грунтовыми водами, интегральные оценки экологического качества и агроэкологического состояния земель, программы устойчивого развития сельских территорий.

Быстро развивается информационно-справочное обеспечение по агроэкологической оптимизации адаптивно-ландшафтных систем, технологий и

отдельных приемов земледелия [«Информационно-справочные системы...», 2002]. Они, в свою очередь, начинают внедряться в комплексные сетевые системы организации сельскохозяйственного производства и ведения агробизнеса («Информационные технологии...», 2003).

Повышенное внимание внедряющих современные агротехнологии продвинутых практиков и инвесторов сельского хозяйства к качеству агроэкологической информации и строящихся на ее основе прогнозов заставляет по-новому оценить сформированную на сегодняшний день нормативную базу агроэкологических оценок и моделей.

Даже первые попытки формирования и локализации рамочных (framework) компьютерных моделей открытого типа выявляют в ней множество «белых пятен» и целых полей отсутствия районированной нормативной информации, в достаточной мере детализированной для отдельных культур, сортов и почвенно-агроэкологических условий.

Это обусловлено как широким спектром решаемых задач и применяемых агротехнологий, так и сильным провинциально-генетическим и функционально-экологическим варьированием почв – что подразумевает быстро растущие потребности к формированию агроэкологической нормативной базы разной специализации и детализации.

Современный этап развития сельского хозяйства России характеризуется широким распространением процессов дифференциации и усложнения пространственной организации технологий земледелия и землепользования.

Ключевой фундаментальной задачей агроэкологии на современной стадии ее развития является формирование единой методологической платформы агроэкологических знаний и исследований: общепринятого понятийно-категорийного аппарата и холистической системы задач, объектов, моделей и методов их исследования.



Ключевой прикладной задачей современной агроэкологии стала разработка самого широкого спектра востребованных практикой (управления, образования, производства) агроэкологических моделей, экологически оптимизированных технологий, специализаций и специалистов по агроэкологии и на стыке ее со смежными областями знания.



Контрольные вопросы и задания

1. **Что включает в себя понятие «системный анализ»?**
2. **Основные задачи и методы системного анализа?**
3. **Приведите примеры элементов и компонентов различных экосистем.**
4. **Основные особенности анализа статических и динамических систем?**
5. **В чем состоит различие гомеостаза и гомеокинеза?**
6. **Приведите примеры кризиса, катастрофы и катаклизма экосистем.**
7. **Что собой представляют геоинформационные системы?**
8. **Методологические особенности агроэкологии и агроэкологических исследований?**
9. **Какие методы используют при исследовании экосистем?**
10. **Принципы систематизации методов моделирования агроэкологических процессов?**
11. **Что такое экологическая идентификация?**
12. **Какие основные методы используют при исследовании экосистем?**
13. **Чем функциональные модели отличаются от механических?**

- 14. Что определяет возможности широкого применения моделей?**
- 15. Что собой представляет характерное время развития системы?**



Модуль 1.2. Агроэкологические модели продукционного процесса

Вы будете изучать

- Принципы работы динамических моделей продукционного процесса
- Агроэкологические модели прогноза потенциальной урожайности
- Алгоритмы расчета урожайности с учетом ресурсных и лимитирующих почвенных условий

Цели модуля

- Дать представление об основных принципах работы динамических моделей продукционного процесса
- Показать структуру агроэкологических моделей прогноза потенциальной урожайности
- Познакомить с основными алгоритмами расчета урожайности с учетом ресурсных и лимитирующих почвенных условий

После изучения модуля Вы сможете

- Понимать основные принципы работы динамических моделей продукционного процесса
- Разбираться в структуре организации агроэкологических моделей прогноза потенциальной урожайности
- Объяснять основные алгоритмы расчета урожайности с учетом ресурсных и лимитирующих почвенных условий



Основная литература

1. Методика агроэкологической типизации земель в агроландшафте (под ред. И.И. Васенева) – М.: Россельхозакадемия, 2004. – 80 с.
2. Агроэкологическая оценка земель, проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий (под ред. В.И. Кирюшина и А.Л. Иванова). – М.: Росинформагротех, 2005. - 783 с.



Дополнительная литература

1. Агроэкология. Методология, технология, экономика (под ред. В.А. Черникова, А.И. Чекереса). – М.: КолосС, 2004. – 400 с.
2. Имитационная модель роста сельскохозяйственных растений WOFOST и ее использование для анализа продуктивности земель России (*под ред. И.Ю. Савина, В.С. Столбового и К. Ван Диепена*). М. 2001. 216 с.
3. Козловский Ф.И. Теория и методы изучения почвенного покрова. – М.: Наука, 2003. – 536 с.



Ключевые слова

Производственный процесс,
Агроэкологические модели,
Потенциальная урожайность,
Лимитирующие факторы,
Ресурсные факторы,
Алгоритмы расчета,
Модели прогноза.

1.2.1. ДИНАМИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ПРОДУКЦИОННОГО ПРОЦЕССА

Динамические модели продукционного процесса (ДМПП) широко распространены в странах Западной Европы и Северной Америки, где они являются информационно-аналитическим ядром информационно-справочных (*советующих*) систем (ИСС, DSS) по оптимизации агротехнологий выращивания основных сельскохозяйственных культур.

ДМПП опираются на результаты хорошо обеспеченного первичными материалами сезонного моделирования погодных условий и тесно связанной с ними динамики развития культурных растений, интенсивности фотосинтеза и накопления биомассы.

Разрабатывается инструментарий по детальному моделированию водного баланса и генерации ежедневных данных по осадкам – на основе вероятностного распределения среднемноголетних среднемесячных данных. Используемые при моделировании гидрофизические характеристики почв получаются при геостатистической и педотрансферной обработке массового получаемых данных и почвенных карт (гранулометрический состав, типы-подтипы-роды-виды почв, плотность сложения и содержание гумуса).



Как работают динамические модели продукционного процесса?



Большинство ДМПП имитирует рост растения конкретной культуры и сорта в достаточно строго заданных почвенно-агрохимических и метеорологических условиях. Детальный шаг моделирования водного баланса и роста растений обуславливает необходимость столь же детальных результатов наблюдений на стадии отладки и адаптации модели к условиям конкретного региона и типа агроландшафта.

Это накладывает серьезные ограничения на ближайшие перспективы активного применения ДМПП в широкой практике сельского хозяйства России, однако уже имеются первые попытки адаптации к нашим условиям наиболее популярных на западе моделей (*WOFOST, GAPS*)..

1.2.2. МОДЕЛИ ПРОГНОЗА ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ УРОЖАЙНОСТИ

Расчет потенциальной урожайности по 1-му лимиту плодородия земель выполняется в информационно-аналитических модулях ИСС на основе анализа прихода фотосинтетически активной радиации (ФАР) в условиях конкретного участка. Для этого привлекаются данные агроэкологических БД по участкам хозяйства, характеристики культур и компьютерного агроклиматического справочника - обрабатываемые по алгоритму (1).

$$Y_j = 10^6 * \sum(F_i * d_i) * K_f / (Q_j * L_j (100 - \varepsilon_j)), \quad (1)$$

где: $F_i = a_{Fi} + b_{Fi} * y * (S_{t>5^\circ C})$ – приход ФАР за i -й месяц, ккал/га; (1a)

a_{Fi} , b_{Fi} – константы, берутся из нормативно-справочной базы данных (НСБД);

$y = 1 + 0.010 * b$ – для южной экспозиции;

$y = 1 - 0.014 * b$ – для северной экспозиции;

$y = 1.0$ – для восточной или западной экспозиции;

b – крутизна склона, град.;

d_i – относительная длительность вегетации культуры в i -м месяца (НСБД);

K_f – коэффициент использования ФАР посевом, % (принят = 2.5);

Q_j – калорийность урожая j -й культуры, ккал/кг ((НСБД));

L_j – сумма частей в отношении основной продукции к побочной ((НСБД));

ε_j – стандартная влажность культуры j по ГОСТу, %; j – номер культуры;

$S_{t>5^\circ C}$ – сумма температур больше $5^\circ C$ за i -й месяц; $i = \{4, 10\}$ – номер месяца.

Расчет потенциальной урожайности по 2-му лимиту (влагообеспеченности культуры) выполняется на основе экспериментальных или расчетных данных по сезонной динамике продуктивной влаги и общим запасам продуктивной влаги за период вегетации – согласно алгоритму (2)

$$Y_{jw} = 10^5 * W_j / (K_j * L_j * (100 - \varepsilon_j)) , \quad (2)$$

где K_j – коэффициент водопотребления, мм га /ц продукции (НСБД).

В расчетах используются адаптированные к условиям региона педотрансферные функции сезонной динамики продуктивной влаги – в зависимости от сезонного распределения осадков, испаряемости и радиационного баланса.

Расчет урожайности с учетом ресурсных и лимитирующих почвенных условий (3-й и 4-й лимиты плодородия) выполняется на основе данных агроклиматически обеспеченной урожайности, основных ресурсных и лимитирующих показателей почв из агроэкологической БД по участкам хозяйства, региональной БД характеристики (и агроэкологических требований) культур и специальных нормативно-справочных БД (НСБД) данного информационно-аналитического модуля ИСС – согласно алгоритму (3):

$$Y_{jr} = Y_{jw} * (B_s / 100) * K_{s\bar{6}} * K_{sl} \quad (3)$$

где B_s – обобщенный балл бонитета s-ого типа (подтипа, рода) почвы;

$K_{s\bar{6}}$ – поправочный коэффициент на базовые свойства почв (см. алгоритм 3б);

K_{sl} – коэффициент снижения урожайности за счет лимитирующих факторов почв (эрозии, подкисления, засоления и т.п. – см. алгоритм 3в).

$$K_{s\bar{6}} = m \Pi(K_{s\bar{6}i}) / \sum(\Pi(K_{s\bar{6}i}) / K_{s\bar{6}i}) \quad (3a)$$

где m - число проанализированных i -ых параметров;

$$K_{s\bar{6}i} = 1 + (\Delta B_{s\bar{6}cp} / B_{s\bar{6}cp}) * (P_{sti} - P_{s\bar{6}pi}) / \Delta P_{s\bar{6}cp} \quad (3b)$$

где $\Delta B_{s\bar{6}cp}$ и $B_{s\bar{6}cp}$ – среднерегиональный интервал варьирования и среднерегиональное значение бонитета s-ой почвы; $\Delta P_{s\bar{6}cp}$, P_{sti} и $P_{s\bar{6}pi}$ – среднерегиональный интервал варьирования, текущее и среднерегиональное значение i -ого параметров s-ой почвы (НСБД).

$$K_{sl} = \min(K_{sli}) \quad (3в)$$

где K_{sli} для проанализированных i -ых параметров s-ой почвы получаются в результате сопоставления данных по участку с нормативами соответствующих таблиц НСБД.

Результат автоматизированного решения задачи (автоматически выполняемого при выборе культуры для рабочего участка) – 3 значения потенциальной урожайности данной культуры на участке, обеспеченной расчетным уровнем ФАР (1-ое), запасами продуктивной влаги за период вегетации (2-ое) и ограниченной ресурсными и лимитирующими параметрами почв (3-е).

Оценка влияния экспозиции и формы преобладающих склонов участка на относительное увлажнение местообитаний и потенциальную урожайность сельскохозяйственной культуры, обеспеченную условиями увлажнения (алгоритм 4):

$$\gamma = (\sum(\gamma_i * S_i)) / (\sum S_i), \quad (4)$$

где γ_i и S_i – оценка потенциальной урожайности культур (в долях от целого – табл. 1) и площадь элементарных участков, качественно отличающихся по экспозиции и форме склона, в пределах данного рабочего участка.

Проблемные ситуации с содержанием микроэлементов (алгоритм 5):

$$\mu = (\sum(\mu_i * S_i)) / (\sum S_i), \quad (5)$$

где μ_i и S_i – оценка потенциальной урожайности культур (в долях от целого) и площадь элементарных участков, качественно отличающихся по содержанию подвижных форм питательных микроэлементов, в пределах данного рабочего участка

$$\mu_i = \min(\mu_{i,j}),$$

где $\mu_{i,j}$ – оценка потенциальной урожайности культур (в долях от целого) – в зависимости от содержания подвижных форм питательного микроэлемента j на элементарном участке i .

Оценка влияния засоренности на снижение урожайности (алгоритм 6):

$$\omega = (\sum((100 - \omega_{1,j} * N_{\omega,i}) * S_i)) / (100 * \sum S_i), \quad (6)$$

где ω – оценка потенциальной урожайности культуры (в долях от целого) на данном рабочем участке;

$\omega_{1,j}$ – снижение урожайности j -ой культуры (%) при возрастании засоренности элементарных участков i на 1 средневзвешенный сорняк/м²;

S_i - площадь элементарных участков i , качественно отличающихся по засоренности, в пределах данного рабочего участка.

Оценка засоренности по превышению экономического порога вредоносности (алгоритм 7):

$$\psi = (\Sigma((\psi_{a,i,j} + \psi_{m,i,j}) * S_i)) / (100 * \Sigma S_i), \quad (7)$$

где ψ - уровень превышения экономического порога вредоносности сорняков на данном рабочем участке;

$\psi_{a,i,j}$ и $\psi_{m,i,j}$ – уровень превышения экономического порога вредоносности, соответственно, малолетних и многолетних сорняков для культуры j на элементарном участке i с площадью S_i ;

$$\psi_{a,i,j} = \max (N_{a,i,j,k,t} / N_{a,i,j,k,n}) \text{ и } \psi_{m,i,j} = \max (N_{m,i,j,k,t} / N_{m,i,j,k,n}),$$

где $N_{a,i,k,t}$ ($N_{m,i,k,t}$) – текущее количество сорняков (шт/м²) конкретной группы k , соответственно, малолетних и многолетних сорняков на элементарном участке i ;

$N_{a,j,k,n}$ ($N_{m,j,k,n}$) – экономический порог вредоносности (шт/м²) конкретной группы k , соответственно, малолетних и многолетних сорняков культуры j .



Контрольные вопросы и задания

1. Что собой представляют динамические модели продукционного процесса?
2. Анализ каких данных лежит в основе геостатистических алгоритмов обработки информации?
3. Что, как правило, учитывается при расчете потенциальной урожайности по 1-му лимиту плодородия земель?
4. На основе каких данных рассчитывается потенциальная урожайность по 2-му лимиту плодородия земель?
5. Как рассчитывается потенциальная урожайность с учетом ресурсных показателей почв?
6. Как учитываются лимитирующие факторы почв при расчете потенциальной урожайности сельскохозяйственных культур?
7. Как влияют экспозиция и форма склона на относительное увлажнение местообитаний и потенциальную урожайность сельскохозяйственных культур?
8. Как оценивается влияние засоренности на снижение урожайности?
9. Что собой представляет экономический порог вредоносности сорняков?
10. Где используются результаты динамического моделирования продукционного процесса?



Модуль 1.3. Агроэкологические модели оптимизации доз удобрения

Вы будете изучать

- Балансовые динамические модели
- Задачи по расчету оптимальных норм удобрений на заданный урожай
- Алгоритмы расчета урожайности с учетом обеспеченности почв элементами питания

Цели модуля

- Дать представление об основных принципах работы балансовых динамических моделей
- Показать подходы к агроэкологической оптимизации норм удобрений на заданный урожай
- Познакомить с основными алгоритмами расчета урожайности с учетом обеспеченности почв элементами питания и базовых свойств почв

После изучения модуля Вы сможете

- Понимать основные принципы организации и работы балансовых динамических моделей
- Разбираться в современных подходах к агроэкологической оптимизации норм удобрений на заданный урожай
- Объяснять основные алгоритмы расчета урожайности с учетом обеспеченности почв элементами питания и базовых свойств почв



Основная литература

1. Методика агроэкологической типизации земель в агроландшафте (под ред. И.И. Васенева) – М.: Россельхозакадемия, 2004. – 80 с.
2. Агроэкологическая оценка земель, проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий (под ред. В.И. Кирюшина и А.Л. Иванова). – М.: Росинформагротех, 2005. - 783 с.



Дополнительная литература

1. Агроэкология. Методология, технология, экономика (под ред. В.А. Черникова, А.И. Чекереса). – М.: КолосС, 2004. – 400 с.
2. Кирюшин В.И. Агропочвоведение. – М.: КолосС, 2009. – 600 с.
3. Козловский Ф.И. Теория и методы изучения почвенного покрова. – М.: Наука, 2003. – 536 с.



Ключевые слова

Балансовые модели,
Динамические модели,
Агроэкологическая оптимизация,
Нормы применения удобрений,
Базовые свойства почв,
Алгоритмы расчета,
Модели оценки,
Параметры оценки.

1.3.1. БАЛАНСОВЫЕ ДИНАМИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ



В чем заключаются основные принципы работы балансовых моделей?



■ **Балансовый характер моделей** экосистем и агроэкосистем означает, что по каждому из включенных в модель вещественных элементов (вода, углерод, азот, пестицид и т.д.) производится полный расчет всех составляющих баланса, а перемещения и трансформации вещества в модели подчиняются балансовым соотношениям.

Так, расчеты водного режима учитывают выпадение осадков или поливы, потребление влаги корнями, эвапотранспирация, перемещение влаги из одного слоя в другой при промачивании или иссушении, вынос из профиля или поступление в него из близко лежащих к поверхности грунтовых вод.



■ **Модульная структура моделей** отражает особенности их реализации на компьютере и заключается в том, что вся совокупность процессов разбивается на группы с более тесными внутренними (*чем межгрупповыми*) связями.

Наряду с чисто технологическими преимуществами использования компьютера, подобная система организации моделей делает их более гибкими и модифицируемыми (*например, для моделирования поведения водных растворов, азота, солей, пестицидов или микробиоты*). При решении разных задач используются как общие, так и специфические модули.

В реальных условиях все процессы в профиле могут происходить одновременно. Однако смоделировать такой параллельный ход нескольких процессов и/или одновременное развитие процесса по всему профилю не реально, поэтому обычно ограничиваются рассмотрением лишь соседних структурных и функциональных звеньев (фрагментов) системы. Разумная

минимизация их размеров сопровождается повышением точности работы модели.



Чем определяется точность временного функционирования модели?



Точность временного функционирования модели определяется ее временным шагом – интервалом времени, в течение которого все фрагменты системы последовательно подвергаются анализу с определением вероятной скорости протекающего в них процесса.

При наличии существенных различий в скорости процессов системы, основу описания ее динамики составляет интегрирование уравнений процессов «средней группы» при условно «замороженных» параметрах, описывающих процессы «медленной» группы. Их пересчет осуществляется значительно реже. Примеры быстрых процессов: тепло-, влаго-, газо-перенос в воздухе; средних – аналогичные процессы в почве, медленных – изменения архитектуры посевов.

1.3.2. ЗАДАЧА ПО РАСЧЕТУ ОПТИМАЛЬНЫХ НОРМ УДОБРЕНИЙ НА ЗАДАННЫЙ УРОЖАЙ



Как рассчитываются агроэкологически сбалансированные нормы удобрений на заданный урожай?

Задача по расчету агроэкологически сбалансированных норм удобрений на заданный урожай выполняется в соответствии с алгоритмами (1) и нормативными материалами «Агроэкологической оценки...» (2005), ВНИИЗиЗПЭ (2000) и ЦИНАО (2000). Нормативные данные автоматически считываются программой из специализированных баз данных. Предварительный расчет максимально возможной урожайности этой культуры на выбранном поле, при учете всех лимитирующих факторов, позволяет более обоснованно задавать величину планируемого урожая.

Алгоритм расчета (1 – Васенёв и др., 2004) рациональной дозы основного применения минеральных удобрений учитывает вынос рассчитываемого элемента (P_2O_5 или K_2O) с планируемым урожаем, частичную компенсацию выноса за счет базового плодородия почв (без применения удобрений), применения органических удобрений в этом году и последствий удобрений предыдущего года, а также коэффициент использования минеральных удобрений в текущем году и рекомендуемые поправочные коэффициенты к расчетным дозам минеральных удобрений с учетом агрохимических и агроэкологических особенностей почв конкретного участка:

$$D = ((R - C_s - C_o - C_p) / U_m) * K_f, \quad (1)$$

где: D – расчетная доза основного внесения фосфорных или калийных минеральных удобрений на планируемую урожайность культуры, кг/га действующего вещества P_2O_5 или K_2O в год;

R – вынос анализируемого элемента (P_2O_5 или K_2O) с плановым урожаем, кг;

C_s – частичная компенсация выноса за счет базового плодородия почв, кг;

C_s – частичная компенсация выноса за счет применения органических удобрений в текущем году, кг;

C_s – частичная компенсация выноса за счет последствий удобрений предыдущего года, кг;

U_m – коэффициент использования минеральных удобрений в текущем году;

K_f – поправочный коэффициент к расчетным дозам удобрений с учетом агрохимических и агроэкологических особенностей почв конкретного участка.

$$R = Y * R_n \quad (1a)$$

Y – урожайность, ц/га,

R_n – удельный вынос элемента питания, кг на ц основной продукции с учетом побочной (табл. 1.3.2.1);

$$C_s = S_n * N_p * K_{ep} \quad (16)$$

S_n – содержание подвижной формы элемента питания в почве, мг/кг;

N_p – норматив «окупаемости» содержания подвижной формы элемента питания урожаем сельскохозяйственной культуры, ц на 1 мг/кг (таб. 1.3.2.2);

K_{ep} – коэффициент пересчета содержания подвижной формы элемента питания на стандартный метод Чирикова – табл. 1.3.2.3);

$$C_o = D_o * O_n * U_o \quad (1в)$$

D_o – доза применения органических удобрений (ОУ), т/га;

O_n – содержание элемента питания в ОУ, кг/т (табл. 1.3.2.5);

U_o – коэффициент использования элемента питания из органических удобрений в первый год их действия (табл. 1.3.2.4);

$$C_p = D_{o_p} * O_{n_p} * U_{o_p} + D_{m_p} * U_{m_p} \quad (1г)$$

D_{o_p} – доза применения органических удобрений (ОУ) в предыдущий год, т/га;

O_{n_p} – содержание элемента питания в ОУ предыдущего года, кг/т (табл. 1.3.2.5);

U_{o_p} – коэффициент использования элемента питания из органических удобрений во второй год действия (табл. 1.3.2.4);

D_{m_p} – доза применения минеральных удобрений в предыдущий год, кг/га д.в.;

U_{m_p} – коэффициент использования элемента питания из минеральных удобрений во второй год действия (табл. 1.3.2.4);

$$K_f = K_t * K_e * K_a * K_c * \dots (K_i - \text{в перспективе}) \quad (1д)$$

K_t – поправочный коэффициент к дозам минеральных удобрений в зависимости от гранулометрического состава почвы поля (табл. 1.3.2.6);

K_e – поправочный коэффициент к дозам минеральных удобрений в зависимости от степени эродированности почвы поля (табл. 1.3.2.7);

K_a – поправочный коэффициент к дозам минеральных удобрений в зависимости от степени кислотности почвы поля (табл. 1.3.2.8);

K_c – поправочный коэффициент к дозам минеральных удобрений в зависимости от уровня технологической культуры земледелия на поле (табл. 1.3.2.9);

K_i – возможные в будущем дополнительные поправочные коэффициенты к дозам минеральных удобрений в зависимости от свойств поля и хозяйства.

Таблица 1.3.2.1. Удельный вынос P_2O_5 и K_2O с урожаем сельскохозяйственных культур (кг/ц - из расчета на 1 ц урожая основной продукции, с учетом побочной – «Методические указания ...», 2000; «Планирование...», 2000; «Методическое пособие ...», 2001).

Культура	P_2O_5	K_2O
Зерновые в целом	1,1	2,6
Озимая пшеница	1,2	2,5
Озимая рожь	1,4	2,7
Яровая пшеница	1,1	2,0
Ячмень	1,1	2,1
Овес	1,7	3,4
Просо	1,0	3,4
Гречиха	1,5	4,0
Горох	1,2	2,1
Вика	0,9	4,8
Сахарная свекла	0,17	0,68
Конопля (волокно)	6,0	15,0
Подсолнечник (семена)	2,6	7,0
Рапс (семена)	2,3	3,0
Рапс (зеленый корм)	0,28	0,5
Картофель	0,2	0,88
Кукуруза на силос	0,16	0,35
Кукуруза на зерно	0,7	3,3
Кормовые корнеплоды	0,19	0,61
Однолетние травы (сено)	0,7	2,0
Многолетние травы (сено)	0,65	1,8

Таблица 1.3.2.2. Усредненные нормативы «окупаемости» содержания подвижной формы элемента питания (определенной по методу Чирикова) урожаем сельскохозяйственной культуры, ц на 1 мг/кг («Методические указания ...», 2000; «Методическое пособие ...», 2001).

Культура	Светло-серые и серые лесные почвы		Темно-серые лесные почвы и черноземы оподзоленные		Черноземы выщелоченные, типичные и обыкновенные	
	P ₂ O ₅	K ₂ O	P ₂ O ₅	K ₂ O	P ₂ O ₅	K ₂ O
Озимая пшеница	0,20	0,22	0,22	0,24	0,24	0,26
Озимая рожь	0,17	0,20	0,18	0,22	0,20	0,24
Яровая пшеница	0,22	0,22	0,24	0,24	0,26	0,26
Ячмень	0,22	0,20	0,24	0,22	0,26	0,25
Овес	0,15	0,16	0,16	0,17	0,18	0,19
Просо	0,22	0,16	0,24	0,17	0,26	0,19
Гречиха	0,15	0,14	0,16	0,15	0,17	0,16
Горох	0,13	0,21	0,17	0,23	0,22	0,25
Вика	0,24	0,14	0,24	0,15	0,24	0,16
Сахарная свекла	1,40	1,30	1,50	1,53	1,59	1,76
Картофель	0,91	0,88	0,98	0,95	1,05	1,02
Кукуруза на силос	1,63	1,84	1,75	1,99	1,88	2,14
Кормовые корнеплоды	1,34	1,28	1,46	1,52	1,58	1,76
Однолетние травы (сено)	0,31	0,28	0,34	0,30	0,37	0,32
Многолетние травы (сено)	0,34	0,30	0,37	0,33	0,40	0,36

Таблица 1.3.2.3. Усредненные коэффициенты пересчета содержания подвижных форм P_2O_5 и K_2O на стандартный методы Чирикова (мг/кг) с метода Мачигина (мг/кг – для карбонатных почв).

Элемент питания	Методы анализа и коэффициенты пересчета	Шкалы оценки и значения коэффициентов пересчета					
		Очень низкая	Низкая	Средняя	Повышенная	Высокая	Очень высокая
P_2O_5	Метод Чирикова	<20	20-50	50-100	100-150	150-200	>200
	Метод Мачигина	<10	10-15	15-30	30-45	45-60	>60
	Пересчет от Мачигина к Чирикову	2,00	2,80	3,33	3,33	3,33	3,33
K_2O	Метод Чирикова	<20	20-40	40-80	80-120	120-180	>180
	Метод Мачигина	<50	50-100	100-200	200-300	300-400	>400
	Пересчет от Мачигина к Чирикову	0,40	0,40	0,40	0,40	0,43	0,45

Таблица 1.3.2.4. Усредненные коэффициенты использования P_2O_5 и K_2O из органических и минеральных удобрений 1-го и 2-го года использования («Методические указания ...», 2000; «Планирование...», 2000; «Методическое пособие ...», 2001).

Вид удобрения	Год использования	U (P_2O_5)	U (K_2O)
Органические	1-й	0,28	0,55
	2-й	0,13	0,13
Минеральные	1-й	0,18	0,50
	2-й	0,13	0,13

Таблица 1.3.2.5. Усредненное содержание P_2O_5 и K_2O в органических удобрениях, кг/т сырого веса («Методические указания ...», 2000; «Планирование...», 2000; «Методическое пособие ...», 2001).

Виды удобрений	Влажность, %	P_2O_5, кг/т	K_2O, кг/т	К пересчета в подстилочный навоз
Навоз КРС подстилочный (стандарт)	75	2,5	6,0	1,00
Навоз КРС полужидкий	85	1,2	3,3	0,60
Навоз КРС жидкий	95	0,6	1,1	0,20
Компост торфо-навозный (1:1)	70	2,2	4,7	1,00
Сапропель	60	0,7	0,0	0,80
Солома злаковых	18	2,0	9,0	-
Солома бобовых	18	2,5	6,0	-
Птичий помет подстилочный	40	18,1	9,7	3,00
Птичий помет сухой	14	39,0	20,0	7,00
Компост торфо-пометный (1:1)	70	7,4	4,1	1,40

Таблица 1.3.2.6. Поправочные коэффициенты к основным дозам минеральных удобрений в зависимости от гранулометрического состава почв поля («Методические указания ...», 2000; «Планирование...», 2000; «Методическое пособие ...», 2001).

Гранулометрический состав почв	P_2O_5	K_2O
Глина	1,10	0,80
Тяжелый суглинок	1,10	0,80
Средний суглинок	1,00	1,00
Легкий суглинок	1,00	1,10
Супесь	1,00	1,20
Песок	1,00	1,20

Таблица 1.3.2.7. Поправочные коэффициенты к основным дозам минеральных удобрений в зависимости от степени эродированности почв поля («Методические указания ...», 2000; «Планирование...», 2000; «Методическое пособие ...», 2001).

Степень эродированности почв	P ₂ O ₅	K ₂ O
Неэродированная	1,00	1,00
Слабоэродированная	1,05	1,05
Среднеэродированная	1,10	1,10
Сильноэродированная	1,20	1,20

Таблица 1.3.2.8. Поправочные коэффициенты к основным дозам минеральных удобрений в зависимости от степени кислотности почвы («Методические указания ...», 2000; «Планирование...», 2000; «Методическое пособие ...», 2001).

Культура	Поправочные коэффициенты к основным дозам P ₂ O ₅ и K ₂ O в зависимости от pH _{KCl}					
	P ₂ O ₅			K ₂ O		
	<4,6	4,6-5,0	>5,0	<4,6	4,6-5,0	>5,0
Озимая пшеница	1,2	1,1	1,0	1,2	1,1	1,0
Яровая пшеница	1,2	1,1	1,0	1,2	1,1	1,0
Ячмень	1,2	1,1	1,0	1,2	1,1	1,0
Овес	1,2	1,1	1,0	1,2	1,1	1,0
Картофель		1,1	1,0		1,1	1,0
Кормовые корнеплоды	1,2	1,1	1,0	1,2	1,1	1,0
Многолетние травы	1,3	1,1	1,0	1,3	1,1	1,0

Таблица 1.3.2.9. Поправочные коэффициенты к основным дозам минеральных удобрений в зависимости от уровня технологической культуры земледелия на поле («Методические указания ...», 2000; «Методическое пособие ...», 2001).

Уровень культуры земледелия	Кс	Основной критерий оценки – Средняя продуктивность земель по хозяйству, з.е. на 1 га пашни за 3 года
Низкий	1,20	<20
Средний	1,00	20-30
Повышенный	0,90	30-40
Высокий	0,80	40-50
Очень высокий	0,70	>50

После решения задачи в программе ЛИССОЗ («Методика...», 2004), рекомендуемые нормы внесения минеральных удобрений на заданный урожай выводятся на экран и могут использоваться для последующей корректировки размера планируемого урожая – с учетом выводимых на экран лимитирующих факторов урожайности..



Контрольные вопросы и задания

1. Какие модели используются для агроэкологической оптимизации применяемых доз удобрений?
2. В чем суть нормативов «окупаемости» содержания подвижной формы элемента питания урожаем сельскохозяйственной культуры?
3. Зачем применяют коэффициенты пересчета содержания подвижной формы элемента питания на стандартный метод анализа?
4. На какие параметры делаются поправки при расчете оптимальных доз минеральных удобрений?
5. Как учитывается влияние эродированности на основные дозы минеральных удобрений?
6. Какое влияние оказывает гранулометрический состав почв на эффективность применения минеральных удобрений?
7. Какие элементы наиболее полно усваиваются из органических удобрений?
8. Как учитывается влияние кислотности на основные дозы минеральных удобрений??
9. Какие элементы наиболее полно усваиваются из минеральных удобрений?
10. Как учитывается влияние уровня технологической культуры земледелия на основные дозы минеральных удобрений?



Модуль 1.4. Динамические модели миграционно-трансформационных процессов в почвах агроэкосистем

Вы будете изучать

- Принципы работы динамических моделей влагопереноса и миграции
- Модульную структуру организации моделей
- Базовый блок миграции в агроэкологической модели LEACHM
- Гидрофизические параметры и условия работы модели

Цели модуля

- Дать представление о принципах работы динамических моделей влагопереноса и миграции
- Обсудить модульную структуру организации моделей
- Рассмотреть базовый блок миграции в агроэкологической модели LEACHM
- Показать гидрофизические параметры и условия работы модели

После изучения модуля Вы сможете

- Работать с программой LEACHM
- Объяснить принципы работы динамических моделей влагопереноса и миграции
- Проанализировать базовый блок миграции в агроэкологической модели LEACHM
- Оценивать гидрофизические параметры и условия работы модели.



Основная литература

1. Агроэкологическая оценка земель, проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий (под ред. В.И. Кирюшина и А.Л. Иванова). – М.: Росинформагротех, 2005. - 783 с.
2. Шеин Е.В. Курс физики почв. М.: МГУ. 2005. 432 с.



Дополнительная литература

1. Зайдельман Ф.Р. Мелиорация почв. М.: МГУ. 2005. 520 с.
2. Имитационная модель роста сельскохозяйственных растений WOFOST и ее использование для анализа продуктивности земель России (*под ред. И.Ю. Савина, В.С. Столбового и К. Ван Диепена*). М. 2001. 216 с.



Ключевые слова

Динамические модели,
Агроэкологические модели,
Модели влагопереноса и миграции,
Основная гидрофизическая характеристика,
Водоудерживающая способность,
Гидрофизические константы,
Гидрофизические параметры,
Гидрофизические условия,
Трансферные функции,
Базовые свойства.

1.4.1. ДИНАМИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ВЛАГОПЕРЕНОСА И МИГРАЦИИ



Что собой представляют динамические модели влагопереноса и миграции?



Динамические модели влагопереноса и миграции (ДМВМ) элементов по профилю почвы представляют собой запрограммированные динамические балансовые структуры открытого типа, которые состоят из специализированных баз данных (БД) и функционально-аналитических модулей, и учитывают взаимовлияние и вещественный обмен почв с растениями, приземным слоем атмосферы, подстиланием и элементами земледелия.

ДМВМ позволяют имитировать дискретно-непрерывный характер природных и антропогенно измененных явлений и процессов – на основе многократных повторений (с задаваемый временным шагом) циклов анализа ключевых условий и процессов влаго-, массо-переноса и трансформации – с учетом задаваемых в программе «критических точек» качественного изменения состояния системы, направления и скорости развития ее основных процессов.

Балансовый характер моделей означает, что по каждому из включенных в модель вещественных элементов (вода, углерод, азот, пестицид и т.д.) производится полный расчет всех составляющих баланса, а перемещения и трансформации вещества в модели подчиняются балансовым соотношениям.



Расчеты водного режима учитывают выпадение осадков или поливы, потребление влаги корнями, эвапотранспирация, перемещение влаги из одного слоя в другой при промачивании или иссушении, вынос из профиля или поступление в него из близко лежащих к поверхности грунтовых вод.

Модульная структура моделей отражает особенности их реализации на компьютере и заключается в том, что вся совокупность процессов разбивается на группы с более тесными внутренними (*чем межгрупповыми*) связями. Наряду с чисто технологическими преимуществами использования компьютера, подобная система организации моделей делает их более гибкими и модифицируемыми (*например, для моделирования поведения водных растворов, азота, солей, пестицидов или микробиоты*). При решении разных задач используются как общие, так и специфические модули.

❗ В реальных условиях все процессы в профиле могут происходить одновременно. Однако смоделировать такой параллельный ход нескольких процессов и/или одновременное развитие процесса по всему профилю не реально, поэтому обычно ограничиваются рассмотрением лишь соседних структурных и функциональных звеньев (фрагментов) системы. Разумная минимизация их размеров сопровождается повышением точности работы модели.

Точность временного функционирования модели определяется ее временным шагом – интервалом времени, в течение которого все фрагменты системы последовательно подвергаются анализу с определением вероятной скорости протекающего в них процесса. При наличии существенных различий в скорости процессов системы, основу описания ее динамики составляет интегрирование уравнений процессов «средней группы» при условно «замороженных» параметрах, описывающих процессы «медленной» группы. Их пересчет осуществляется значительно реже. Примеры быстрых процессов: тепло-, влаго-, газо-перенос в воздухе; средних – аналогичные процессы в почве, медленных – изменения архитектуры посевов.

Модели функционирования наиболее перспективных для АЛСЗ 2D-, 3D-моделей условно разбивается на элементарные профили функционирования, которые пересекаются между собой и моделируются в цикле. При фор-

мировании геоинформационного обеспечения агроэкологического районирования и адаптивно-ландшафтных систем земледелия особое внимание уделяется геостатистическому обоснованию граничных условий применения включенных в них динамических моделей, структуре и периодичности цикла их работы и оценке вероятностных ошибок.

В последние годы наиболее активно развиваются динамические модели миграции и трансформации основных классов загрязнителей в профиле почвы (нитраты, гербициды, тяжелые металлы, нефтепродукты).

При комплексировании их с локальными и региональными ГИС, по ареалам преимущественного распространения почв проблемных гидролого-экологических групп выделяются зоны ускоренного развития проблемных агроэкологических ситуаций с установленными ограничениями на режимы землепользования..

1.4.2. ВЕРИФИКАЦИЯ БАЗОВОГО БЛОКА МИГРАЦИИ В АГРОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ LEACHM



Что собой представляет модель LEACHM?



■ **LEACHM** - программный пакет, состоит из 5 версий сходных моделей, которые описывают водный режим, химизм и передвижение растворов в ненасыщенных или частично насыщенных почвах на глубину до 2 метров.

Эти версии используют сходные числовые модели движения и трансформации растворов:

- В LEACHN они описывают передвижение азота и его трансформацию
- В LEACHP - перемещение пестицидов и их деградацию
- В LEACHC - движение неорганических ионов (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , SO_4^{2-} , Cl^- , CO_3^{2-} , HCO_3^-)

- В LEACHB - динамику популяций микроорганизмов в присутствии одного поддерживающего рост субстрата и
- LEACHW описывает только водный режим.

Эти модели пригодны для применения в лаборатории и полевых условиях. В них включена оценка роста растений и абсорбции воды и растворов корнями растений вместе с гибким состоянием увеличения и испарения воды с поверхности почвы.

Числовые решения были разработаны в более ранних моделях (Hanks и Bowers, 1962; Bresler, 1973; Nimah и Hanks, 1973; Tillomson, 1980). Режим химического равновесия и обмена катионов развит на основе Робинсов (1980). Режим потока воды основан на работах Хатсона (Hutson, 1983). Усовершенствование этих моделей заключается в применении к более широкому ряду полевых условий, плавно насаивающихся или неоднородных профилей, сбалансированного как искусственного так и самоорганизованного потребления и отдачи пищи.

❗ Модели созданы на основе модулей. В каждой из 5 версий основная программа использует известные режимы и балансы масс. Установленные режимы распределены по срокам потребления и выноса, времени поступления, транспирации водного потока, движения растворов, причинам (деградация, трансформация, микробиологический рост), химии, росту и жизни корней, температуры, абсорбции растворов растениями.

Выделение каждого из этих процессов в определенный режим, названный главной программой, приспособливает любые режимы к замене или различному изменению если это необходимо. Детали использования и выполнения моделей описаны в документальном файле, связанном с кодом программы, которая модернизируется всякий раз, когда необходимо.

Возможности и требования программы. Почва может быть неоднородной в вертикальном направлении. Растения могут отсутствовать или присутствовать. Если присутствуют, растительный покров и корневая система могут быть смоделированы или определены как постоянные величины.

Задаются посегментно следующие исходные свойства почвы и первоначальные условия:

- содержание воды или водный потенциал;
- гидрологические константы для расчета удерживающей способности;
- соответствующие химические соединения и свойства;

Условия на границе с поверхностью почвы:

- орошение и количество атмосферных осадков и скорость их поступления;
- температурные значения и амплитуда колебания температуры (за неделю), если требуется моделирование температуры;
- возможное испарение (общее за неделю).

Потребности растений:

- время роста;
- корневая и растительная масса и урожай;
- параметры роста корней и надземной массы;
- возможности для экстракции растениями воды из почвы.

Другие константы использованы в определении нижней границы условий, времени поступления, коэффициентов дисперсии и диффузии, химических реакций и трансформаций продуктов потребления. Некоторые из этих констант редко требуют изменения, но записаны в открытом файле ввода данных для обеспечения принципиальной возможности их изменения.

Каждый вариант LEACHM преобразован в серию режимов, каждый из которых рассчитывает различные аспекты поведения воды и растворов.



В чем состоят особенности основных модулей модели LEACHM?

LEACHW проставляет начальные значения всего множества параметров, затем преобразует контроль в MAIN, эффективную основную программу.

WATDAT проводит расчеты данных водоудерживающей способности и данных водопроводимости для использованных почвенных гидрологических констант.

GROWTH моделирует рост надземной части и корней, ежедневное потенциальное испарение и транспирацию.

ETRANS рассчитывает потенциальную транспирацию и испарение для отрезка времени, с учетом синусоидального изменения их в течение дня.

WUPTAK рассчитывает усвоение воды растениями с учетом распределения корней, потенциала почвенной влаги и удельной влагопроводности.

POTET рассчитывает суточный потенциал испарения и транспирации из недельного суммарного потенциала испарения.

WATFLO дает количественное решение уравнения Ричардса.

Непрерывный равномерный поток допускается только для периодов, описанных количественно и имеющих данные по осадкам в таблицах данных. Это создает возможность моделировать нарушенный непрерывный поток.

LEACHM использует функции, основанные на уравнении водоудерживающей способности Камбелла (1974),

$$h = a(Q/Q_s)^{-b} \quad (1)$$

где Q_s - вместимость при насыщении, a и b постоянные.

Хотя постоянная a иногда оценивается как величина воздухоемкости она обычно получается с помощью графопостроения и нет необходимости иметь некоторое физическое значение.

Уравнение (1) является экспоненциальным имеющим резкий разрыв при $h = a$ и $Q/Q_s = 1$. Лучшее представление о водоудерживающей способно-

сти в реальных почвах достигается путем замены экспонентной функции на параболическую при высоких потенциалах (Clapp и Hornberger, 1978). Хатсон и Касс (1987) изменили уравнение (1) путем уточнения параболической части, выраженной для постоянных a и b . Для потенциалов давления между 0_c и h_c ,

$$h = \frac{a (1 - Q/Q_c)^{1/2} (Q/Q_c)^{-b}}{(1 - Q_c/Q_c)^{1/2}} \quad (2)$$

где h_c , Q_c точка на отрезке между экспоненциальной и параболической кривыми

$$h_c = a [2b / (1 + 2b)]^{-b} \quad (3)$$

$$Q_c = 2b Q_s / (1 + 2b) \quad (4)$$

Сигмоидальная кривая состава водоудерживающей способности продолжается и имеет дифференциальную влагоемкость равную 0 при насыщении.

Постоянная a , со всеми другими величинами потенциала давления входит в LEACHM и измеряется кПа. В течение выполнения LEACHM все потенциалы давления переводятся в гидравлические единицы (mm) для упрощения суммирования потенциалов давления и гравитации. При вводе значения переводятся снова в кПа.

Применяя капиллярную модель к уравнению (1) Камбелл (1974) вывел уравнение проводимости:

$$K(Q) = K (Q/Q_s)^{2b+2+p} \quad (5)$$

где $K(Q)$ - водопроводимость (mm/d) при содержании воды Q ,

K_s - водопроводимость при насыщении Q_s ,

p - параметр расстояния между порами постоянно стремящийся к 1 в подпрограмме RETFUN.

При применении уравнения (5) должно быть указано значение K для которого определено содержание воды или матричного потенциала (который может быть при насыщении).

Основные потенциалы между 0 и около -0.20 kPa не разрешаются для предупреждения математических ошибок при подсчете и использовании дифференциальной влагоемкости. В насыщенных профилях где потенциалы давления превышают 0 используемая дифференциальная влагоемкость находится на нижней допустимой границе..

1.4.3. АНАЛИЗ ГИДРОФИЗИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ И УСЛОВИЙ



Как рассчитывают параметры водоудерживающей способности почв?



□ Параметры водоудерживающей способности могут быть получены путем применения функции или путем выбора параметров. Кривые водоудерживающей способности могут быть рассчитаны с использованием уравнений регрессии, которые связывают водоудерживающую способность с каждым из нескольких потенциалов давления для легко определяемых почвенных свойств, таких как распределение частиц по размеру, объемный вес и содержание органического вещества.

LEACHM обеспечивает выбор регрессионных моделей водоудерживающей способности для прогнозирования параметров водоудерживающей способности из распространения частиц по размеру, объемному весу и содержанию органического вещества.

Предварительные прогнозирования могут быть выполнены путем применения программы (RETFIT.EXE) непрерывного расчета водоудерживающей способности, которая представлена такими же расчетами, как и в подпрограмме RETPRED.FOR. Данные могут быть введены через клавиатуру

или в файл. Ввод может состоять либо из данных по размеру частиц (RETFIT.PSD), либо путем нахождения точек на кривой водоудерживающей способности (RETFIT.RET). В обоих случаях вывод данных аналогичен. Содержание воды в состоянии насыще

Нужно быть осторожным при использовании регрессионных уравнений 2 для прогнозирования K-Q-h. Во-первых, величина R изменяется от 0.5 к 0.9, что приводит к значительной ошибке в прогнозах. Во-вторых, уравнения развивавшиеся на основе регрессионных данных не могут быть применены для почв, которые сформировались на других материнских породах или в различных климатических условиях. В-третьих, экстраполяция уравнения для величин независимых переменных, выходящих за пределы, использованные при их выводе, может быть причиной нереальных прогнозов. Важно чтобы прогнозы были оценены критически со знанием локальных почвенных условий. Поскольку LEACHM не предназначена для моделирования роста культуры, программы роста культуры, включенные в пакет, представляет собой просто распределение корней как функцию времени и глубины. Частичное увеличение растительного покрова со временем описывается эмпирической сигмоидальной кривой (Childs, 1975).

Подпрограммы по эвапотранспирации (POTET and ETRANS) основываются на методах Чилда и Ханка (1975). Так же как и GROWTH, подпрограмму POTET пользователь может при желании заменить, в зависимости от пригодности данных и требуемого метода расчета, а также разделение потенциальной эвапотранспирации.

Расход воды $U(z, t)$ в уравнение Ричардса представляет поглощение воды корнями растения. Скорость абсорбции корнями растения рассчитывается согласно Нимаху и Ханку (1973).

Уравнение Ричардса, уравнение потока почвенной воды для временно-го вертикального потока основано на законе Дарси и уравнении непрерывности, в котором учитываются Q - объем воды ($\text{м}^3 \text{ м}^{-3}$), H - потенциал (mm), K -

водопроницаемость (мм/день), t - время (день), z - глубина (мм), и U - срок осаднения, представляющий потерю воды за время транспирации (d^{-1}).

Для моделирования потока и перераспределения воды в почве, профиль подразделяется на ряд горизонтальных сегментов и суммарный временной период подразделяется на короткие временные интервалы. Временные периоды должны быть обязательно равными, как объясняется ниже. В этой модели верхняя точка ($i = 1$) и нижняя точка ($i = k$) находятся за пределами почвенного профиля, используются для сохранения необходимых пограничных условий.

Можно записать уравнение описывающее изменение содержания воды в точке i в течение временного интервала $j-1$ для любой точки профиля. Для k точек имеются k уравнения. Если известно высокое давление почвенной воды для начала временного интервала (h^{j-1} величины), то можно вывести решение уравнения для неизвестного высокого давления в конце j временного периода (h^j величина).

Постоянный инфильтрационный поток поддерживает инфильтрационную способность почвы более высокой, чем указанный инфильтрационный поток. Для каждого дождя или орошения учитывают максимальный временной период, учитываемый для инфильтрации. Если необходимо, инфильтрационный поток снижается до инфильтрационной способности почвы, которая может быть равна 0, если на нижней границе поток равен 0 и профиль становится насыщенным. Вода, которая не была инфильтрирована до конца установленного времени инфильтрации, считается избыточной водой срока, который включается в расчеты баланса масс.

Хотя закон Даркуса и уравнение Ричардса доступны для описания водного потока, они имеют некоторые ограничения. Во-первых, необходимые данные не легко получить, особенно данные по водопроницаемости. Во-вторых, процедуры численного решения требуют много времени, хотя развиваются более быстрые процедуры (Ross, 1990), которые основываются на

техническом решении Newton-Raphson и которые используют длительные временные шаги. В-третьих, и возможно это наиболее важно, уравнение Ричардса применимо для горизонтально однородных почв, есть почвы не имеющие прочную структуру, поток предпочитает пути такие как трещины, ходы червей.

Верификация базового блока миграции проводится посредством последовательного заполнения стандартных форм ввода информации, решения расчетных задач, сопоставления результатов моделирования с экспериментальными материалами и корректировки используемых в расчетах экспериментальных коэффициентов.



КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

- 1. Что собой представляют динамические модели влагопереноса и миграции?**
- 2. Что означает балансовый характер модели влагопереноса?**
- 3. Чем определяется точность временного функционирования модели?**
- 4. Какие процессы определяют граничные условия работы модели?**
- 5. Что собой представляет модель LEACHM?**
- 6. Как получают данные по параметрам водоудерживающей способности почв?**
- 7. В чем состоят особенности основных модулей модели LEACHM?**
- 8. Как рассчитывают параметры водоудерживающей способности почв?**
- 9. Какие ограничения имеются по применению уравнения Ричардса?**
- 10. Как проводится верификация базового блока модели миграции?**



Модуль 1.5. Агроэкологические модели эрозионного процесса и латерального переноса

Вы будете изучать:

- Принципы организации и работы компьютерных моделей эрозионного процесса.
- Основные диагностические параметры агроэкологической оценки эродированности почв.
- Методические подходы автоматизированного дешифрирования эрозионных структур почвенного покрова.
- Агроэкологические модели оптимизации производственной и природоохранной структуры.

Цель модуля:

- Дать представление об основных принципах организации и работы компьютерных моделей эрозионного процесса.
- Рассмотреть основные диагностические параметры агроэкологической оценки эродированности почв.
- Обсудить методические подходы автоматизированного дешифрирования эрозионных структур почвенного покрова.
- Познакомиться с агроэкологическими моделями оптимизации производственной и природоохранной структуры.

После изучения модуля вы сможете:

- Объяснить основные принципы организации и работы компьютерных моделей эрозионного процесса.
- Дать агроэкологическую оценку эродированности почв.

- Ориентироваться в современных методических подходах автоматизированного дешифрирования эрозионных структур почвенного покрова.



Основная литература

1. Агроэкологическая оценка земель, проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий (под ред. В.И. Кирюшина и А.Л. Иванова). – М.: Росинформагротех, 2005. - 783 с.
2. Кузнецов М.С., Глазунов Г.П. Эрозия и охрана почв. М.:МГУ. 2004. 435 с.



Дополнительная литература

1. Методика агроэкологической типизации земель в агроландшафте (информационно-справочные системы оценки их ресурсного потенциала и оптимизации базовых элементов систем земледелия) (под ред. И.И. Васенёва). М.: Россельхозакадемия, 2004. 80 с.
2. Булгаков Д.С. Агроэкологическая оценка пахотных почв. М. 2002. 252 с.
3. Методология составления крупномасштабных агроэкологически ориентированных почвенных карт (*составитель Н.П. Сорокина*). М.2006. 159 с.



Ключевые слова.

Эрозионные процессы,
Компьютерные модели,
Агроэкологическая оценка,
Структура почвенного покрова,
Проблемные экологические ситуации,
Автоматизированное дешифрирование,
Модели оптимизации.

1.5.1. КОМПЬЮТЕРНЫЕ МОДЕЛИ ЭРОЗИОННОГО ПРОЦЕССА



Что моделируют компьютерные модели эрозионного процесса?



Компьютерные модели эрозионного процесса и латерального переноса моделируют процессы формирования и перераспределения поверхностного стока и определяемой им эрозии – на основе считываемой с оцифрованных карт и атрибутивных таблиц информации о характере рельефа, гидрологических характеристиках почв и земель, и представляемой в стандартных формах исходных данных информации по осадкам и культурам.



Что означает рамочный характер моделей?



Рамочный характер популярных компьютерных моделей развития эрозии предусматривает процедуру заполнения-уточнения нормативно-справочных баз данных и адаптации их базовых алгоритмов подготовки и анализа информации – к условиям новых регионов и водосборов.

Как правило, эти модели тесно интегрированы со специализированными пакетами ГИС-приложений (сформированными в рамках известных ГИС-платформ), и настроены на автоматизированную или полуавтоматизированную визуализацию расчетных данных на серии промежуточных и конечных картосхем: направления потоков поверхностного стока, экспозиции и уклонов, распределения величин стока и выноса почвы по поверхности водосбора.

Успешная адаптация рамочных моделей эрозионного процесса и латерального переноса к условиям конкретного региона, типа агроландшафта и

водосбора позволяет проводить поливариантное прогнозирование проблемных агроэкологических ситуаций на полях и рабочих участках данного типа.

На основе получаемой при этом информации детализируют экологические нормативы размещения противоэрозионных рубежей и ограничения на режим использования эрозионно-опасных земель – для их последующего применения в автоматизированных системах проектирования адаптивно-ландшафтного земледелия в условиях данного региона.

1.5.2. АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЭРОДИРОВАННОСТИ ПОЧВ



Как оценивается степень эродированности почв?



■ Диагностика почв по степени эродированности (как смытости, так и дефлированности) осуществляется по уровню потери гумуса, отчуждения верхнего гумусового горизонта в соответствии с методиками, разработанными для различных типов и подтипов почв.

При оценке эродированности почв определяются:

- факторы, обуславливающие эрозию (климатические, геоморфологические, почвенные условия, растительный покров и использование);
- тип эрозии (водная, ветровая, смешанная);
- форма проявления (плоскостные или линейные формы);
- степень фактической эродированности (слабая, средняя, сильная);
- фактическая интенсивность эрозии (по величине твердого стока).



Какие свойства почв ухудшаются в результате эрозии?

С увеличением степени эродированности ухудшаются агрономические свойства почв: снижается содержание гумуса, повышается плотность почвы, снижается пористость, влагоемкость, водопроницаемость, запасы продуктивной влаги, уменьшается биологическая активность (табл. 1.5.2.1).

Таблица 1.5.2.1. Агроэкологическая оценка эродированных почв (в относительных единицах - по «Агроэкологической оценке земель...», 2005).

Свойства и показатели	Почвы		
	слабосмытые	среднесмытые	сильносмытые
Мощность гориз. А (А+В)	0,5 (1,0)	0,5-0,0 (1,0)	0,0 (0,9-0,0)
Содержание гумуса	0,95-0,75	0,75-0,50	0,50-0,30
Плотность сложения	1,03-1,06	1,05-1,12	1,10-1,23
Влажность завядания	0,98-0,96	0,90-0,85	0,75-0,65
Пористость	1,00-0,95	0,96-0,90	0,80-0,75
Полная влагоемкость	0,98-0,95	0,95-0,80	0,80-0,70
Водопроницаемость	—	0,72-0,64	0,49-0,43
Средняя урожайность зерна	1,0-0,8	0,8-0,6	0,6-0,3

5.3. АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ДЕШИФРИРОВАНИЕ ЭРОЗИОННЫХ СТРУКТУР ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА



Что понимается под структурой почвенного покрова?



Понятие структуры почвенного покрова (СПП) включает в себя состав компонентов, их долевое участие, пространственное размещение ареалов и, как правило, относится к трудно регулируемым факторам, ограничивающим потенциальные возможности интенсивного использования земель и влияющим на эффективность управления легко регулируемыми факторами плодородия (например в связи с разной отзывчивостью компонентов ПП на удобрения).

В рамках новых стратегий землепользования становится актуальной задача *предпроектной* экспертной оценки ПП каждого поля для определения агроэкологического «*потенциала интенсификации*»: точное земледелие (ТЗ);

высокоинтенсивное земледелие (ВИЗ); интенсивное земледелие (ИЗ); неинтенсивное («нормальное») земледелие (НЗ). Для ее реализации на практике должны быть сформулированы и верифицированы региональные количественные критерии агроэкологической оценки СПП применительно к 3-4 «базовым» уровням технологий рентабельного и экологически безопасного выращивания наиболее распространенных культур в условиях конкретного региона.

Так, при агроэкологической оценке пригодности поля для точного земледелия рассматриваются несколько альтернативных вариантов решений.

1 – Неконтрастные СПП характеризуются устойчиво высоким плодородием, хорошими агротехнологическими свойствами и пригодны для ВИЗ с временным использованием элементов ТЗ (для защиты растений?).

2 – Лимитирующее влияние слабо- и средне- контрастных СПП может ликвидироваться в результате регулярного применения ТЗ.

3 – Наличие средне- и сильно контрастных СПП не допускает использование ТЗ. При 3-м варианте решения возможна дифференциация на 3 под-варианта:

3.1 – Исключение части поля с наиболее контрастной СПП позволяет использовать ТЗ;

3.2 – Проведение мелиоративных работ позволит снизить контрастность СПП до уровня, допустимого в ТЗ;

3.3 – При существующем уровне технологий поле нецелесообразно использовать под ТЗ.

Необходимо учитывать и целевые задачи сельхозтоваропроизводителя. Наиболее высокие требования к агроэкологической однородности СПП у семеноводства, при проектировании орошения, выращивании овощных и технических культур (Кирюшин, 2009). Задача повышения рентабельности зерновых за счет экономии удобрений, как правило, позволяет использовать менее жесткие критерии СПП.

Региональные наборы возможных СПП отличаются большим разнообразием, но поддаются типизации – на основе методологии анализа и агроэкологической оценки СПП, заложенной в классических работах В.М. Фридланда (1965, 1972) и Ф.И. Козловского (1970, 1991, 2003).

В последние годы она начинает активно внедряться в практику – благодаря развитию информационных технологий и растущему спросу на оперативные корректировки систем земледелия, технологий.

Методология СПП – *и в этом ее главное преимущество* – позволяет при анализе конкретного поля использовать имеющийся региональный опыт и экстраполировать вновь получаемые результаты – на ареалы с аналогичной СПП.

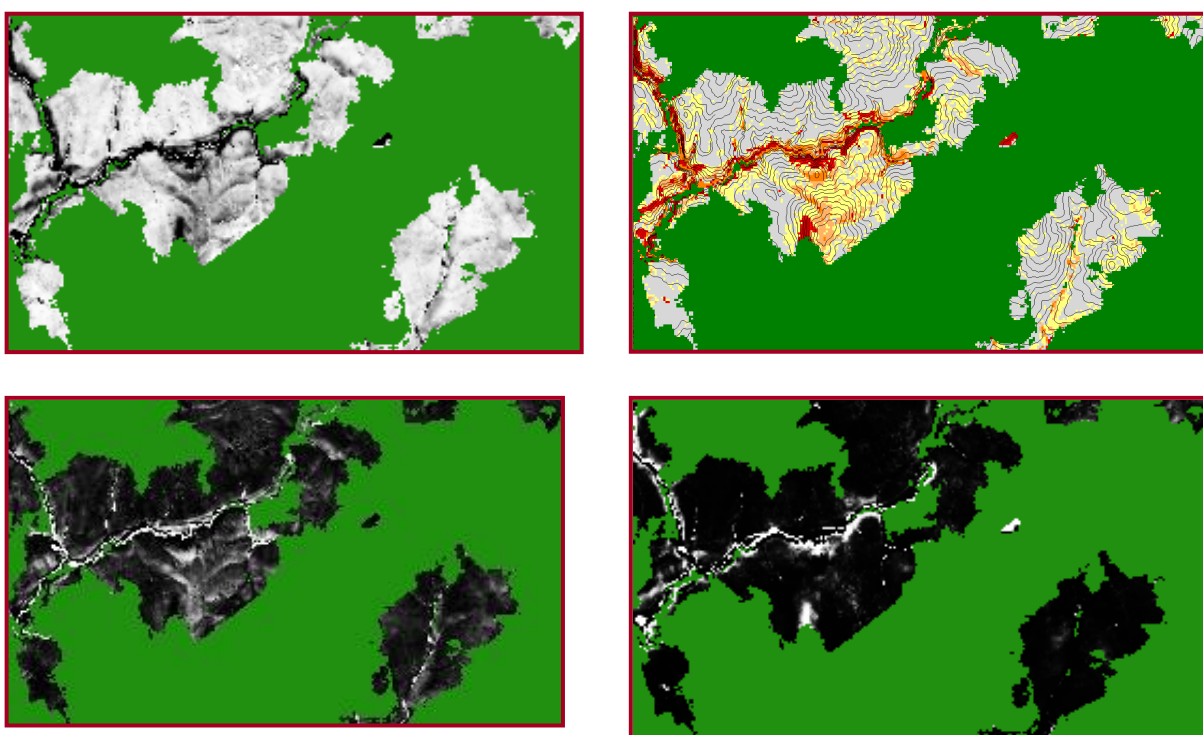
Приоритетной задачей является разработка районированных нормативов агроэкологической оценки ПП и регионально-типологических моделей СПП – ЛФ – урожай. В основу их должна быть положена накопленная информация, систематизированная в региональных ГИС, доступных для пользователей.

Слабовыпуклые участки, занятые зональными группами ЭПС, можно рассматривать как относительно устойчивые элементы ландшафта. В отличие от них, слабовогнутые малоуклонные поверхности с полугидроморфно-зональными ЭПС диагностируются как неустойчивые проблемные зоны ландшафта, представляющие особый интерес для почвенно-экологического мониторинга. Они характеризуются тенденцией к гетерогенизации почвенного покрова в результате агрогенных воздействий. Большой неустойчивостью отличаются вогнутые участки склонов, где формируются полугидроморфно-эрозионные ЭПС.

Разнообразие компонентного состава почвенного покрова, где участие смытых, смыто-намытых почв сочетается с проявлениями гидроморфизма, говорит о неустойчивости данных ПК. На распаханых склонах с эрозионными ПК отмечается два основных типа динамики: при ложбинном микро-

рельефе происходит гетерогенизация почвенного покрова, изменяется соотношение компонентов, увеличивается контрастность ПК; при продольно ступенчатом микрорельефе трансформация не приводит к существенным изменениям в составе (и даже соотношении компонентов) ПК, однако меняется расположение ЭПА в пределах ПК (рис. 1.5.2.1).

Рис. 1.5.3.1. Пример автоматизированного дешифрирования проблемных экологических ситуаций землепользования (по Н.П. Сорокиной, 2006; 2008)



Класс	Точность, %	Степень эродированности			S, га
		0	1	2	
1	95.4	0.91	0.08	0.02	735.7
2	60.8	0.73	0.22	0.05	312.6
3	53.1	0.47	0.49	0.04	90.5
4	45.7	0.09	0.90	0.01	43.9
5	48.2	0.25	0.21	0.54	27.1
6	65.5	0.05	0.01	0.94	48.5

Одним из критериев агроэкологического состояния ПП на внутри-ландшафтном уровне является соотношение площадей ареалов агроэкологических групп:

- участие эрозионных, полугидроморфных, засоленных и др. групп ЭПС с негативными свойствами;
- участие «зональных» групп ЭПС с благоприятными свойствами.

Эти показатели могут использоваться как для сравнения земельных массивов, так и для выявления изменений почвенного покрова во времени.

1.5.4. МОДЕЛИ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ И ПРИРОДО-ОХРАННОЙ СТРУКТУРЫ

Геоинформационные модели оптимизации производственной и природоохранной структуры хозяйства активно используются при проектировании адаптивно-ландшафтных систем земледелия – на основе применения базовых функций стандартных ГИС-приложений: автоматизированных расчетах размеров площадных объектов (рабочих участков, сегментов водосбора), прямых и дорожных расстояний между ними, точечными (склады, мастерские) и линейными объектами (дороги, лесополосы, линейные рубежи).

Оперативное проведение подробных расчетов позволяет проводить количественный анализ основных критериев выбора оптимальных вариантов размещения новых и модернизации старых объектов производственной инфраструктуры хозяйства (временных и постоянных складов удобрений и готовой продукции, полевых станов, дорог, мастерских и ферм, ...).

Важная роль им принадлежит при проведении экологически безопасной нарезки (и уточнении границ) рабочих участков, размещении севооборотов и линейных рубежей защиты почв от эрозии на склонах различной формы, длины и крутизны, со сложной организацией почвенного покрова и гидрологических условий формирования стока



КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

- 1. Что моделируют компьютерные модели эрозионного процесса?**
- 2. Что означает рамочный характер моделей?**
- 3. Как оценивается степень эродированности почв?**
- 4. Какие свойства почв ухудшаются в результате эрозии?**
- 5. Что понимается под структурой почвенного покрова?**
- 6. В чем проявляются преимущества методологии СПП?**
- 7. В чем проявляется агроэкологическая оптимизация производственной и природоохранной структуры?**
- 8. Что лежит в основе разработки районированных нормативов агроэкологической оценки СПП?**
- 9. Как диагностируются эродированные компоненты СПП?**
- 10. Что обеспечивает успешную адаптацию рамочных моделей эрозионного процесса и латерального переноса к условиям конкретного региона?**



Модуль 1.6. Моделирование потоков углерода в природных и сельскохозяйственных экосистемах

Вы будете изучать

- Современные представления о потоках углерода в наземных экосистемах и процессах биологического круговорота элементов
- Методы экспериментальной оценки основных составляющих углеродного баланса на различных уровнях осреднения
- Особенности структуры и работы модели переноса вещества в системе почва – растительность – атмосфера (модель класса-SVAT)
- Ограничения применения модели и сопоставимость данных экспериментальных наблюдений и численного моделирования

Цели модуля

- Познакомить с современными представлениями о потоках углерода в наземных экосистемах и процессах биологического круговорота элементов
- Дать представление о методах экспериментальной оценки основных составляющих углеродного баланса на различных уровнях осреднения
- Объяснить особенности структуры и работы модели переноса вещества в системе почва – растительность – атмосфера (модель класса-SVAT)
- Показать ограничения применения модели и сопоставимость данных экспериментальных наблюдений и численного моделирования

После изучения модуля Вы сможете

- Владеть современными представлениями о потоках углерода в наземных экосистемах и процессах биологического круговорота элементов

- Знать основные методы экспериментальной оценки основных составляющих углеродного баланса на различных уровнях осреднения
- Ориентироваться в структуре и организации работы модели переноса вещества в системе почва – растительность – атмосфера (класса-SVAT)
- Понимать основные ограничения применения модели и сопоставимость данных экспериментальных наблюдений и численного моделирования



Основная литература

1. Моделирование динамики органического вещества в лесных экосистемах / (отв. ред. В.Н. Кудеяров); Ин-т физ.-хим. и биол. проблем почвоведения РАН.- М.: Наука, 2007.- 380 с.
2. Молчанов А.Г. Баланс CO₂ в экосистемах сосняков и дубрав в разных лесорастительных зонах – Тула: Гриф и К, 2007.- 284 с.



Дополнительная литература

1. Агроэкология (под ред. В.А. Черникова и А.И. Чекереса). М.: Колос. 2000. 535 с.
2. Идеи биогеоценологии в лесоведении и лесоразведении: к 125-летию со дня рождения акад. В.Н. Сукачева/ (отв.ред. С.Э. Вомперский); Ин-т лесоведения РАН-М.: Наука, 2006.-260 с.



Ключевые слова

Углеродный баланс,
Дыхание почвы, Фотосинтез,
Чистая первичная продукция,
Моделирование потоков углерода.

1.6.1. СИСТЕМАТИЗАЦИЯ ПОТОКОВ ДИОКСИДА УГЛЕРОДА



Почему такое внимание уделяется потокам диоксида углерода?

Режим диоксида углерода является специфической характеристикой экосистемы. Первые попытки связать динамику парциального давления CO_2 с жизнедеятельностью растений были сделаны еще в конце 19 столетия, однако лишь спустя почти 50 лет появились экспериментальные данные, показывающие, что под влиянием ассимиляционной деятельности растений содержание CO_2 в атмосфере понижается днем и повышается ночью.



Что такое “ CO_2 – фактор”?

Люндегорд ввел понятие “ CO_2 – фактор”, определяемое как разность между наблюдаемой концентрацией углекислого газа на одном из уровней растительного сообщества и в свободной атмосфере. Существование отрицательного “ CO_2 - фактора” рассматривалось как доказательство лимитирования углеродного питания растительного сообщества. В это же время была сформулирована идея повышения урожая за счет искусственной подкормки растений углекислым газом, что и нашло применение в условиях закрытого грунта.



Работы Райнау и Люндегорда в общем положили начало исследованию одного из наиболее интересных для биологов метеорологических факторов - содержания углекислого газа в атмосфере. Было установлено, что применительно к растительным сообществам, нельзя говорить о постоянстве парциального давления CO_2 , т.к в течение суток и вегетационного периода наблюдаются значительные его вариации.

В последующие годы работы по изучению потоков диоксида углерода в растительных сообществах носили фрагментарный характер и оставались приблизительно на уровне исследований Райнау и Люндегорда и только в середине XX столетия с разработкой инфракрасных (оптико-акустических) газоанализаторов появилась возможность быстрого и точного определения концентрации CO_2 в воздухе.

Широкое развитие исследований по изучению роли природных экосистем в газообмене CO_2 на земном шаре началось примерно в 70-х гг. XX века. Этому способствовало, с одной стороны то, что в последние 50 лет произошло резкое увеличение выделения CO_2 и повышение его концентрации в атмосфере в результате хозяйственной деятельности человека. В связи с этим изучение функций природных и сельскохозяйственных в глобальном цикле углерода стало особенно актуальным.

Изучение физического механизма ассимиляции CO_2 в растительном сообществе и создание на его основе количественной теории фотосинтеза существенно изменили направление подобного рода исследований. Проверка сделанных предположений и допущений потребовала экспериментального изучения газообмена, а также его зависимости от гидрометеорологических параметров - уровня ФАР (фотосинтетически активной радиации), водно-температурного режима почвы, воздуха, турбулентности и др.

Интенсивные агроэкологические исследования были проведены в 60-70-х гг. прошлого века в Ленинградской области и Таджикистане. Объектами изучения были посевы ржи и озимой пшеницы.

! Было установлено, что профиль концентрации CO_2 в основном одинаков для любых посевов: при интенсивном фотосинтезе имеется характерный минимум CO_2 внутри посева, неоднократно устанавливаемый многими исследователями, и увеличение CO_2 к поверхности почвы и выше зоны минимума.

Одновременно с этим в исследованиях фотосинтеза стали разрабатываться и широко применяться математические модели, основанные на представлениях о биохимическом механизме этого процесса. Параллельно с изучением фотосинтеза развивались и другие направления исследования газообмена CO_2 в экосистемах. В настоящее время таких исследований довольно много. В отличие от первых работ на эту тему они стали более экосистемными. Во многих из них исследуется не только газообмен самого полога растительного покрова - фотосинтез, дыхание ассимилирующих и не ассимилирующих органов – но и газообмен других компонентов экосистемы - напочвенного покрова и почвы.

Большое внимание уделяется изучению выделения CO_2 из почвы и дыханию корней. Наряду с экофизиологическими, так называемыми камерными методами измерения потоков CO_2 в настоящее время широко используется пульсационный метод (eddy covariance), позволяющий регистрировать потоки CO_2 на экосистемном уровне осреднения.

Исследования стали более комплексными, конечным результатом таких исследований являются математические модели, которые дают возможность рассчитать интенсивность процессов газообмена CO_2 при разных погодных сценариях.



Результатом чего являются потоки CO_2 природных экосистем?



■ Потоки CO_2 в природных экосистемах являются результирующими нескольких процессов: поглощения CO_2 ассимилирующими органами растений днем при фотосинтезе и выделении его при дыхании различных органов растений, микроорганизмов почвы и разложения опада и отпада..

1.6.2. ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА ПОТОКОВ УГЛЕРОДА В ЭКО- И АГРОЭКОСИСТЕМАХ

Оценка суммарного количества CO_2 , вовлекающегося в газообмен с атмосферой, может осуществляться на разных уровнях организации. Исследования на каждом уровне имеют свои специфические задачи и свои методологические особенности. Экспериментальные данные служат основой для верификации и валидации численных моделей, поэтому остановимся на них более подробно.



Какие методы наиболее активно используются для оценки потоков углерода в экосистеме?



■ Существуют три основных метода, которые используются для оценки потоков углерода в экосистеме: эколого-физиологический или камерный; пульсационный метод (эдди-корреляции) и лесоводственный – т.е. учет органической массы и ее годичного прироста в древостоях.

У каждого метода имеются свои достоинства и недостатки. Так пульсационный метод, очень значительно расширивший возможности получения экспериментального материала, позволяет измерить суммарные потоки CO_2 для всего биогеоценоза в целом (NEP), а не вклад в газообмен отдельных его компонентов, как при камерном методе.



Что относится к недостаткам пульсационного метода?



■ К недостаткам пульсационного метода можно отнести также то, что получение правильных результатов при применении этого метода возможно только при определенных атмосферных условиях и для больших площадей однородных участков растительности, удаленных от промышленных объектов и оживленных транспортных магистралей.

В лесоводственном методе дается оценка накопления углерода в приросте всех органов деревьев. Этот метод незаменим, если необходимо определить поглощение CO_2 древостоем за длительное время. С его помощью можно достаточно точно определить прирост надземных органов.

Гораздо менее точно определяется масса и прирост массы корней, особенно тонких сосущих корней. Кроме того, метод не позволяет проанализировать кратковременное влияние факторов окружающей среды на углеродный баланс.

 Эколого-физиологический метод исследования менее точен, поскольку в нем конечный результат получается как произведение и сумма нескольких составляющих, которые определяются с не очень высокой точностью.



В чем состоят преимущества эколого-физиологического метода?

Только эколого-физиологический метод дает возможность непосредственно определить первичную продуктивность древостоя, а также вклад отдельных органов и компонентов биогеоценоза в газообмен CO_2 .

 Возможность использовать комбинацию двух или трех методов служит средством дополнительной проверки правильности полученных результатов.

Задача взаимодействия численного моделирования и экспериментальных данных является наиболее важной задачей в области исследования потоков углерода. Одним и тем же экспериментальным данным могут одинаково хорошо (или плохо) удовлетворять разные модели, использующие разные гипотезы о характере основных процессов или выделяющие разные ведущие переменные при описании систем, находящихся в разных условиях..

1.6.3. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ВЕРТИКАЛЬНОГО БАЛАНСА В СИСТЕМЕ ПОЧВА–РАСТИТЕЛЬНОСТЬ–АТМОСФЕРА



Что такое SVAT модель?

Современные модели баланса двуокиси углерода в системе почва – растительность – атмосфера основаны на описании совокупности физических и биологических процессов, протекающих в экосистеме (в англоязычной литературе модели получили название Soil-Vegetation – Atmosphere – Transfer (SVAT) или Land Surface Models (LSM)). Подобные модели раскрывают сущность процессов, учитывают влияние и взаимосвязь важнейших параметров внешней среды. Они позволяют использовать в сжатом и удобном для количественного применения виде все имеющуюся информацию о процессе и разрабатывать стратегию экспериментальных исследований.

Основные особенности подобного рода моделей мы покажем на примере математической модели MixFor-SVAT.



Что собой представляет MixFor-SVAT модель?



Одномерная процесс-ориентированная математическая модель MixFor-SVAT была разработана для описания переноса тепла, влаги и углекислого газа между лесными экосистемами и атмосферой.

Основным предположением, использованным в модели MixFor-SVAT, является равномерное распределение деревьев различных пород в древостое (размером не менее 1 га). При этом каждая порода деревьев в древостое характеризуется индивидуальным набором морфологических, физических и биологических параметров, а какие-либо различия в свойствах у деревьев одного вида отсутствуют.

В качестве верхних граничных условий модель требует задания температуры воздуха, удельной влажности, скорости ветра, суммарной солнечной

радиации, количества осадков и концентрации CO_2 на некоторой заданной высоте над растительным покровом в пределах приземного слоя атмосферы для каждого промежутка времени в течение моделируемого периода.



Из каких подмоделей состоит MixFor-SVAT модель?

MixFor-SVAT состоит из тесно взаимосвязанных подмоделей, описывающих следующие основные процессы:

- перенос солнечной (ФАР и ближней инфракрасной) и длинноволновой радиации в различных ярусах растительного покрова;
- турбулентный перенос явного тепла, водяного пара и CO_2 между почвой, подлеском, различными ярусами древостоя и приземным слоем атмосферы;
- перехват атмосферных осадков (включая выпадение росы) различными ярусами древостоя, различными породами древесных растений и подлеском;
- всасывание воды корнями деревьев различных пород из различных почвенных горизонтов, а также корнями напочвенной травянистой и кустарничковой растительности;
- движение влаги в системе "почва - корни - ствол - ветви - листья - атмосфера", управляемое водными потенциалами почвы, ксилемы, листьев и атмосферы, а также содержание влаги в стволе и листьях каждой породы деревьев и основных видов напочвенной травянистой и кустарничковой растительности;
- транспирация различных пород деревьев древесного яруса и основных видов напочвенной травянистой и кустарничковой растительности, регулируемая устьичной проводимостью, а также микроклиматическими условиями окружающей среды;
- испарение с поверхности листьев влаги, образовавшейся за счет дождя, снега или росы;

- испарение влаги с поверхности почвы;
- фотосинтез, световое и темновое дыхание листьев деревьев, расположенных в различных вертикальных ярусах древостоя и принадлежащих к различным породам;
- фотосинтез, световое и темновое дыхание листьев напочвенной травянистой и кустарничковой растительности;
- дыхание ветвей, стеблей и корней напочвенной травянистой и кустарничковой растительности;
- дыхание стволов мертвых деревьев (сухостоя и валежа);
- гетеротрофное дыхание почвы, определяемое микроклиматическими условиями атмосферы, морфологическими свойствами и влагосодержанием почвы;
- инфильтрация и накопление влаги в различных почвенных горизонтах;
- перенос тепла в различных горизонтах почвы.

В качестве основной концепции, использованной при описании переноса тепла, влаги и CO_2 , в модели использовано комплексное описание физических и биологических процессов на различных иерархических уровнях лесной экосистемы: от уровня отдельного листа и отдельного яруса древостоя до уровней отдельного дерева и всей экосистемы в целом.

Для описания процессов на различных уровнях в модели используются как параметры, свойственные определенному виду, так и параметры, осредненные для древесного яруса или всего древостоя в целом.

 С помощью последовательных итераций модель позволяет определить значения потоков тепла, влаги и CO_2 для каждого индивидуального яруса растительного покрова, для каждой отдельной породы деревьев в древостое и для всей экосистемы в целом на каждом шаге по времени (15-60 мин.).



Вертикальные профили распределения каких параметров описывает MixFor-SVAT модель?

Кроме того, модель позволяет смоделировать:

- вертикальные профили температуры воздуха и фитомассы, удельной влажности, концентрации CO_2 ;
- вертикальные профили температуры и влажности почвы;
- водные потенциалы листьев для каждой породы деревьев и древесного яруса в древостое, а также для подлеска;
- скорости потока влаги в стволе и объём накопленной влаги для каждой породы деревьев в древостое.

Интегральный поток CO_2 между лесной экосистемой и атмосферой рассчитывается с учетом вклада в этот обмен всех вертикальных ярусов древостоя ($F_{i \text{ over}}$) и напочвенной растительности ($F_{j \text{ under}}$) (включая фотосинтез и дыхание листьев, дыхание стволов и ветвей), а также автотрофного и гетеротрофного дыхания почвы (F_{soil}):

$$F_{\text{total}} = \sum_{i=1}^{i=M} F_{i \text{ over}} + \sum_{j=1}^{j=L} F_{j \text{ under}} + F_{\text{soil}}.$$

Суммарный вклад древостоя в интегральный поток CO_2 для экосистемы складывается из вкладов в суммарный поток отдельных видов деревьев в древостое. Гетеротрофное дыхание почвы рассчитывается с учетом температуры и влажности различных слоев почвы.



Дыхание корней деревьев и растений рассчитывается с учетом плотности корней и вертикального профиля температуры в почве. Кроме того, в модели предполагается, что поток CO_2 с поверхности почвы может резко увеличиться за счет вытеснения CO_2 из почвенных пор дождевой водой при ливневых осадках.

Результаты проверки модели Mixfor-SVAT подтвердили возможность ее применения для получения достоверных данных о потоках CO_2 в лесных

экосистемах, а также для проведения численных экспериментов, например для оценки чувствительности углеродного баланса природных экосистем к изменению условий окружающей среды при климатических изменениях.

1.6.4. ИЗМЕРЕНИЕ ПОТОКА МЕТАНА МЕЖДУ ПОЧВОЙ И АТМОСФЕРОЙ



Как изменяется концентрация метана в атмосфере?



Метан относится к микрокомпонентам атмосферы. Его концентрация составляет $1,8 \text{ млн}^{-1}$; за последние 200 лет она увеличилась в 2,5 раза в результате прямых и косвенных антропогенных воздействий. Значение атмосферного метана связано с его воздействием на глобальный климат путем поглощения инфракрасного излучения поверхности Земли.

Главный источник CH_4 — образование специализированной группой микроорганизмов (метаногенами), которое происходит в анаэробных условиях, в том числе в сильно увлажненных почвах. Существуют также почвенные микроорганизмы, потребляющие метан в качестве источника C и энергии.

Образование либо поглощение любого газа изменяет его концентрацию в почвенном воздухе по сравнению с атмосферой и обуславливает восходящее или нисходящее диффузионное передвижение в поровом пространстве.

Показателем, характеризующим перенос газообразного вещества между почвой и хорошо перемешанной, биологически инертной атмосферой, является поток q через поверхность почвы — масса m вещества, проходящая через единицу площади S за единицу времени t :

$$q = \frac{dm}{dt} \cdot \frac{1}{S} \quad (1)$$

(при выделении в атмосферу $q > 0$, при поглощении $q < 0$).

При допущении о горизонтальной однородности почвы и интегрировании для длительных интервалов времени (порядка года) поток через поверхность почвы соответствует нетто-образованию (нетто-потреблению) вещества в профиле. Исходя из этого, q — важный показатель газообмена.

Однако в небольшом временном промежутке образование или потребление газа не равно поверхностному потоку для того же промежутка, так как оно не только приводит к обмену с атмосферой, но и изменяет количество этого газа, находящееся в почвенном воздухе. Кроме того, реальная почва не является горизонтально однородной и боковое передвижение в некоторых случаях существенно для баланса массы.



Что собой представляет статический камерный метод?

Статический камерный метод был впервые применен (для измерения выделения CO_2 из почвы) шведским биологом Г. Люндегордом 90 лет назад.



Идея метода заключается в изоляции с помощью герметичной камеры малого объема атмосферы, контактирующего с почвой; при этом увеличение (уменьшение) массы анализируемого газа в этом объеме можно определить. Из уравнения (1) получаем:

$$q = \frac{dc}{dt} \cdot \frac{V \cdot \rho}{S}, \quad (2)$$

где c — объемная доля метана в камере, V — объем камеры, ρ — плотность метана (0,67 г/л при 20 °C).

Для небольших промежутков времени сравнительно хорошо выполняется допущение о стационарности q . Так как размеры камеры постоянны, из этого допущения следует линейное изменение концентрации во времени:

$$c = \frac{dc}{dt} \cdot t + A, \quad (3)$$

где dc/dt , A — постоянные.

Для оценки dc/dt используют метод наименьших квадратов: в несколько моментов времени t_i ($i = 1, \dots, n$) определяют концентрацию вещества в камере. Каждое из измеренных значений c_i' включает собственную ошибку измерения и не равно величине c , определяемой уравнением (3). Поэтому вычислить истинную скорость изменения концентрации невозможно.

Для различных оценок этого показателя при их подстановке в уравнение (3) могут быть рассчитаны соответствующие им значения концентрации. В качестве наилучшей оценки используют такое значение $(dc/dt)'$, для которого сумма квадратов разностей расчетных и измеренных значений минимальна. Можно показать, что этому условию удовлетворяет величина

$$(dc/dt)' = \frac{n \cdot \sum_{i=1}^n (c_i' \cdot t_i) - \sum_{i=1}^n c_i' \cdot \sum_{i=1}^n t_i}{n \cdot \sum_{i=1}^n (t_i^2) - (\sum_{i=1}^n t_i)^2}, \quad (4)$$

При этом стандартная ошибка s оценки

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-2} \cdot \left(\frac{n \cdot \sum_{i=1}^n (c_i'^2) - (\sum_{i=1}^n c_i')^2}{n \cdot \sum_{i=1}^n (t_i^2) - (\sum_{i=1}^n t_i)^2} - (dc/dt)'^2 \right)} \quad (5)$$

Использование компьютерных программ упрощает расчеты.

Применяемые для измерения потока камеры снабжают вентилятором для перемешивания воздуха и отверстием для отбора проб. Сверху их покрывают фольгой для минимизации нагрева за счет солнечной радиации.

Целесообразно использование с камерой механически прочного металлического основания, нижнюю кромку которого врезают в почву на глубину 5–10 см. По периметру верхней части основание имеет желоб, в который наливают воду и устанавливают камеру (принцип водяного замка).

Измерение концентрации метана в пробах в большинстве случаев выполняют на газовом хроматографе с пламенно-ионизационным детектором.

Главными параметрами методики измерений камерным методом являются размер камеры и продолжительность экспозиции. Площадью почвы под камерой определяется пространственное разрешение результатов. В практике чаще всего используют камеры сечением 0,1–0,3 м².

! На пахотных почвах целесообразно применение камер прямоугольного сечения, у которых один из размеров кратен ширине междурядья (при рядовом посеве) или равен ему (при широкорядном посеве). Высота камеры зависит от высоты растений на участке измерений.

Время экспозиции должно давать возможность измерения dc/dt с достаточной точностью; таким образом, оно зависит от методики анализа проб, а также от q , характерные значения которого для разных почв сильно различаются. Эмиссия CH₄ из почв болот может превышать 100 мг/(м² · ч).

Интенсивность потребления атмосферного метана существенно ниже и колеблется от единиц до сотен микрограммов на 1 м² в час. При $q = -10$ мкг/(м² · ч), высоте камеры 0,5 м и суммарной ошибке определения концентрации 0,02 млн⁻¹ время, за которое убыль CH₄ в камере превысит ошибку на порядок, равно примерно 7 ч.

Величина пробы в газохроматографическом анализе, как правило, составляет 0,5–1,0 мл. Ввод пробы через кран-дозатор снижает погрешность измерений; однако при этом необходима продувка петли крана объемом анализируемой газовой смеси, в 8–10 бóльшим объема, поступающего в прибор и используемого для измерения концентрации.



КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

- 1. Дайте определение основным составляющим углеродного баланса в системе – растительность – почва – атмосфера.**
- 2. Перечислите основные экспериментальные методы определения потоков углерода в природных и сельскохозяйственных экосистемах.**
- 3. Какие основные ограничения применения пульсационного метода для наблюдения за потоками диоксида углерода.**
- 4. Какие основные процессы описывают модели типа SVAT?**
- 5. Какие параметры необходимы для задания верхних граничных условий в модели типа SVAT?**
- 6. Какова основная концепция моделей типа SVAT?**
- 7. Какие параметры позволяют рассчитывать модели типа SVAT?**
- 8. Данные каких экспериментальных наблюдений могут быть использованы для тестирования моделей класса SVAT?**
- 9. Какую роль играют численные модели в экологических исследованиях?**

Модуль 1.7. Модели биотической трансформации органического вещества в почвах эко- и агроэкосистем



Вы будете изучать:

- Основные пулы органического вещества почвы и пути поступления углерода в почвенную систему
- Структурно-функциональную организацию углеродного баланса почв
- Методические особенности анализа почвенной биоты и детритных пищевых цепей
- Основные объекты и методы экспериментальных исследований процессов деструкции органического вещества в почве

Цели модуля:

- Познакомиться с основными пулами органического вещества почвы и путями поступления углерода в почвенную систему
- Объяснить структурно-функциональную организацию углеродного баланса почв
- Дать представление об основных методических особенностях анализа почвенной биоты и детритных пищевых цепей
- Обсудить основные объекты и методы экспериментальных исследований процессов деструкции органического вещества в почве

После изучения модуля Вы сможете:

- Знать основные пулы органического вещества почвы и пути поступления углерода в почвенную систему
- Ориентироваться в структурно-функциональной организации углеродного баланса почв
- Понимать основные методические особенности анализа почвенной биоты и детритных пищевых цепей
- Знать основные объекты и методы экспериментальных исследований процессов деструкции органического вещества в почве



Основная литература:

1. Звягинцев Д.Г., Бабьева И.П., Зенова Г.М. (2005) Биология почв: Учебник. - 3-е изд. М.: Изд-во МГУ, 445 с.



Дополнительная литература:

1. Тиунов А.В. (2007) Стабильные изотопы углерода и азота в почвенно-экологических исследованиях. Известия РАН, Сер. Биол., 4: 475-489.



Ключевые слова:

Почвенная биота,
 Углеродный баланс почв,
 Пулы органического вещества почвы,
 Стабильное гумифицированное органическое вещество,
 Экспериментальные исследования,
 Детритные трофической цепи,
 Сапротрофные микроорганизмы,
 Биотические связи,
 Зоофаги.

ВВЕДЕНИЕ

Главной целью данной модульной единицы является анализ путей поступления углерода в почвенную систему, основных пулов органического вещества почвы (стабильное гумифицированное органическое вещество, растительные остатки на разных стадиях деструкции, подвижный углерод, в том числе корневые выделения, и живое вещество почвы), особенности динамики углерода этих пулов.

Даны основные представления о роли почвенной биоты в регуляции процесса деструкции; краткий обзор структуры детритной трофической цепи, базирующейся на мертвом органическом веществе и сапротрофных микроорганизмах; а также биотических факторов, которые регулируют микробную активность почвы.

Дан краткий обзор ключевых экспериментальных подходов к исследованию динамики органического вещества в почве. В частности, рассмотрены преимущества и недостатки применения метода сетчатых мешков и почвенных микрокосмов. Даны базовые представления о способах применения метода стабильных изотопов для исследования процессов деструкции в почве.

1.7.1. СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ УГЛЕРОДНОГО БАЛАНСА ПОЧВ

В наземных экосистемах основная часть первичной продукции зеленых растений ежегодно отмирает, и попадает в почву, где происходит деструкция мертвого органического вещества, и замыкаются основные биогеохимические циклы. В самом упрощенном виде процесс деструкции заключается в минерализации органических соединений с освобождением газообразного диоксида углерода и растворимых минеральных форм других элементов, которые могут быть непосредственно усвоены корнями растений.

От эффективности процесса деструкции напрямую зависит плодородие почвы. Однако "эффективность" в данном случае не означает скорость или "полнота сгорания". Самим своим существованием почвы обязаны неполноте деструкции растительных остатков. Более того, почвы, наиболее богатые органикой (например черноземы), часто являются и наиболее плодородными.

 Для поддержания устойчивого почвенного плодородия и вообще устойчивости любой наземной экосистемы необходим некоторый запас органического вещества почвы, который формируется путем гумификации растительных остатков.

Почти все процессы трансформации ОВ почвы осуществляются или контролируются живыми организмами. Основой органической жизни на Земле является углерод. Процессы его окисления – ключевая часть энергетики живых организмов, и экосистем в целом.

Одновременно углерод является структурной основой всего органического вещества, в том числе и органического вещества почвы. Через простые стехиометрические механизмы баланс углерода определяет динамику всех остальных химических элементов в почве, процессов стабилизации и минерализации элементов питания растений.

 **Углеродный баланс почвы** складывается из сложного взаимодействия разных пулов (резервуаров) углерода и разнонаправленных процессов. Рассмотрим последовательно основные пулы почвенного углерода, каналы входа и выхода углерода из почвы.



В каких основных пулах содержится почвенный углерод?

Основные резервуары углерода в почве включают:

(а) Углерод химически устойчивых аморфных высокомолекулярных соединений (гумус *sensu stricto*). Эта фракция часто преобладает по массе, и во многом определяет физические и химические свойства почвы, ее долго-

временную устойчивость к истощению и пр. характеристики. Однако непосредственное участие углерода этой фракции в быстрых обменных процессах весьма ограничено.

(б) Структурированный высокомолекулярный углерод представлен преимущественно мертвыми растительными и микробными клетками на разной стадии деструкции. ОВ этой очень разнородной фракции находится в процессе более или менее активной микробной деструкции; этот углерод играет большую или ведущую роль в обменных процессах.

(в) Низкомолекулярный подвижный углерод представлен корневыми и микробиальными выделениями, продуктами микробной деструкции ОВ, смывом со свежих и опавших листьев, медвяной росой и т.д. "Моментальное" количество углерода этой фракции очень невелико (обычно исчисляется долями процента от общего количества С в почве), но функциональная (регуляторная) роль этой наиболее доступной для микроорганизмов фракции непропорционально велика.

(г) Углерод живого вещества почвы, представленный прежде всего корнями растений, биотрофными микоризными грибами, сапротрофными микроорганизмами, почвенными животными разных трофических уровней. Эта фракция является основным действующим агентом трансформации углерода в почве, но также и довольно важным в количественном отношении резервуаром почвенного углерода. Необходимо специально отметить роль микробной биомассы как чрезвычайно эластичного и реактивного, но в целом весьма устойчивого резервуара углерода и других биогенных элементов.



По каким основным каналам углерод поступает в почву?

Основными каналами поступления углерода в почву является:

(а) Структурированный опад высших растений, который складывается из наземного и подземного (корневого) опада.

(б) Корневые выделения, поступающие в почву непосредственно или через ассоциированную с корнями микоризу.

(в) Аллохтонное органическое вещество, поступающее в виде органических удобрений, экскрементов и трупов наземных животных, пыли и других внешних источников.

Соотношение между этими основными каналами поступления углерода может варьировать в весьма широких пределах. В естественных экосистемах наиболее весомый вклад вносит растительный опад, но и для них доля корневых выделений в общем углеродном балансе может достигать десятков процентов (Hanson et al. 2000; Bond-Lamberty et al. 2004).

В сельскохозяйственных системах значительная часть продукции растений изымается. В этих условиях роль корневых выделений и/или аллохтонного углерода в общем балансе почвенного углерода может быть очень велика.



Что относится к основным механизмам потерь углерода из почвы?

Основным механизмом потери углерода из почвы является:

(а) Дыхание почвы, то есть выделения диоксида углерода. В нормальных условиях подавляющая доля углерода покидает почву именно этим путем. Тем не менее, в условиях нерационального землепользования или в специфических обстоятельствах некоторая доля почвенного углерода углерод может теряться в результате:

(б) Эрозии почвы, поверхностного смыва, сбора опада или лесной подстилки;

(в) Выделения (преимущественно в анаэробных условиях) газообразных компонентов, прежде всего метана;

(г) Вымывания низкомолекулярных органических соединений (сахаров, аминов, фульвокислот и т.д.);

(д) Выгорания почвы при пожарах.

В нормальных условиях механизмами (б)-(д) можно пренебречь.

В самом грубом приближении гетеротрофное дыхание почвы количественно соответствует поступлению в нее органического углерода. Однако необходимо помнить, что при полевых измерениях почвенное дыхание складывается из гетеротрофного и автотрофного (корневого) дыхания.

1.7.2. АНАЛИЗ ПОЧВЕННОЙ БИОТЫ И ДЕТРИТНЫХ ПИЩЕВЫХ ЦЕПЕЙ



Что служит основными агентами трансформации органического вещества почв?



Основными агентами трансформации ОВ в почве являются живые организмы. Обилие и особенно таксономическое разнообразие почвенной биоты очень велико; часто оно на порядок превышает разнообразие в наземном ярусе экосистем.

Численность почвенных насекомых достигает тысяч, микроартропод сотен тысяч, нематод миллионов экземпляров на м². Один кубический сантиметр почвы может содержать тысячи таксонов и миллиарды индивидуальных клеток микроорганизмов (Гиляров 1944; Petersen and Luxton 1982; Hättenschwiler et al. 2005).

Как и в любой экосистеме, живые организмы связаны между собой разнообразными биотическими связями, прежде всего трофическими. Пищевые сети, основанные на мертвом органическом веществе ("детрите") называют детритными.

Ключевое место в детритной пищевой цепи занимают **сапротрофные микроорганизмы**, которые осуществляют основную работу по биохимической трансформации органического вещества (консументы 1 порядка).

Микробные популяции контролируются **микробофагами** (простейшие, нематоды, коллемболы и др.), которые являются консументами 2 порядка. Потребляемая ими доля общей микробной продукции с трудом поддается определению, но может быть очень велика (Persson et al. 1980; Бызов 2005).

Весьма вероятно, что присутствие микрофитофагов играет ключевую роль в регуляции отношений между сапротрофными микроорганизмами и корнями растений.



В чем суть концепции "микробной петли"?

Концепция "микробной петли" ("microbial loop", Clarholm 1985) предполагает, что потребление микробных клеток простейшими и нематодами является ключевым механизмом обеспечения доступности элементов минерального питания для растений (Bonkowski 2004).



Что служит основным источником питания для сапротрофных животных почв?

Весьма нелегко определить трофическую позицию **сапротрофных животных**. С одной стороны, многоклеточные сапрофаги (такие как многоножки-кивсяки, мокрицы, личинки двукрылых, дождевые черви) способны усваивать энергию непосредственно из растительных остатков. С другой стороны, в питании многих сапрофагов очень существенную роль играют микроорганизмы.

Таким образом, сапротрофные животные могут быть консументами 1 или 2 порядка. Вместе с тем, крупные почвенные сапрофаги выполняют чрезвычайно важную работу по механической деструкции растительных остатков и физической трансформации почвенной среды (т.е. являются "средообразователями").



Чем питаются почвенные зоофаги?

Зоофаги потребляют как микробофагов, так и сапрофагов. Таким образом, они могут быть консументами 2 или 3 порядка.

Биотические связи в детритном блоке экосистемы очень сложны и плохо исследованы. Однако можно выделить несколько ключевых характеристик.

1. Основную работу по химической деструкции и трансформации органического вещества в почве выполняют микроорганизмы.
2. Микробофаги могут изымать существенную часть микробной продукции, но обычно это не ведет к замедлению процессов деструкции. Напротив, присутствие микробофагов может стимулировать валовую микробную активность за счет увеличения скорости оборота микробной биомассы.
3. Микробная активность в значительной степени зависит от физического состояния растительных остатков. В силу этого она регулируется деятельностью крупных животных – средообразователей. Важнейшей формой средообразования является физическое измельчение мертвых растительных тканей.

 Важнейшим биотическим фактором, определяющим активность почвенной микрофлоры, является доступность углерода (Daufrense and Loreau 2001). Несмотря на то, что в почве сконцентрированы большие запасы ОВ, большая их часть находится в стабилизированной форме, мало доступной для микробной деструкции.

Зависимость микробной активности от доступности углерода ярко проявляется в "ризосферном эффекте" (повышенная активность в корневой зоне) и в "прайминг эффекте" (резкое увеличение микробной активности после внесения в почву доступного углерода, которое сопровождается деструкцией внесенного вещества, но также и ускорением деструкции стабильного автохтонного ОВП).

1.7.3. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ДЕСТРУКЦИИ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА В ПОЧВЕ



В составе ОВП по массе часто преобладают стабильные гумусовые соединения. Поэтому изменения общего содержания ОВП происходят обычно очень медленно, и мало подходят для непосредственных наблюдений в эксперименте.

В то же время химическая пассивность гумифицированного ОВ означает, что баланс почвенного углерода, и динамика минерализации других биогенных элементов, определяются интенсивностью процессов деструкции/стабилизации более подвижных пулов ОВП.

Традиционно наиболее популярным объектом экспериментальных исследований динамики деструкции ОВ в почве являются растительные остатки – наземный (реже корневой) опад растений.

Характерную для системы скорость деструкции опада (**k**, константа декомпозиции) можно определить следующим образом (Swift et al. 1979):

$$k = L/X_L$$

где L – это годовое поступление растительного опада, X_L – среднегодовое содержание опада в почве, а k – константа декомпозиции.

Очевидно, что оценка L и X_L – достаточно трудоемкий процесс, даже если не учитывать подземный опад. На практике эту процедуру довольно легко осуществить в лесу, однако в луговых системах, и особенно в агроценозах, трудоемкость исследования резко возрастает.



В чем состоит упрощенный подход к экспериментальному исследованию динамики деструкции ОВ в почве?

Упрощенный подход включает оценку потери веса растительного опада, помещенного в почву или на поверхность почвы. Порцию опада, как правило, помещают в сетчатый мешок (litterbag) или иной контейнер с отверсти-

ями определенного размера. Несмотря на простоту, этот классический метод очень эффективен, и позволил установить основные закономерности деградации разных видов растений в разных типах почвы, в разных климатических условиях, и т.д.



Как происходит деградация опада?



Деградация опада происходит нелинейно; в первые недели она происходит относительно быстро, из него вымываются растворимые соединения, и происходит микробное разложение наиболее доступных фракций. Затем деградация постепенно замедляется, и в конечном счете остаются наиболее устойчивые соединения, прежде всего лигнин и его дериваты.

Динамика деградации может быть достаточно точно описана уравнением Ольсона (Olson 1963):

$$M_t = M_0 e^{-kt}$$

где M_t – это масса опада во время t , M_0 – исходная масса, а k – константа декомпозиции.

Метод сетчатых мешков имеет ряд серьезных недостатков и ограничений. В естественных условиях деградация не изолированного от почвы растительного опада редко следует приведенной выше "идеальной" модели.



В чем заключаются основные недостатки метода сетчатых мешков?

Прежде всего, мешок изолирует опад от воздействия почвенной фауны – крупных сапрофагов. Обойти эту трудность практически очень сложно. При использовании мелкой сетки животные не могут проникать в опад, кроме того в опаде сильно изменяются гидротермические условия. Если же использовать крупную сетку, или вообще не изолировать опад, то благодаря

деятельности дождевых червей, многоножек и пр. животных опад будет перемешан с почвой, фрагментирован и превращен в копролиты (экскременты). Собрать и взвесить эти фрагменты не представляется возможным.

Более точные и детальные исследования процессов деструкции обычно проводят в микрокосмах.



Что собой представляет микрокосм?



Микрокосм – экспериментальная искусственная экосистема, в той или иной степени изолированная от окружающей среды. Микрокосм дает возможность контролировать структуру системы, и целенаправленно манипулировать разнообразными факторами, контролирующими ее функционирование. Это делает микрокосмы практически незаменимым инструментом в экспериментальной экологии.

Простейший почвенный микрокосм – это попросту банка или вегетационный сосуд. Предпочтительнее использовать более сложные конструкции, включающие систему вентиляции и принудительного дренажа, симулирующие естественную динамику влаги.

Очень важным моментом является включение в микрокосм зеленых растений. С одной стороны, это усложняет систему (появляется коревое дыхание и т.д.), а также затрудняет ее содержание (необходимо освещение, интенсивный полив). Однако, как указано выше, корневые выделения играют непропорционально большую роль в регуляции биологической активности почвы. Следовательно, включение растений очень желательно для более точной имитации естественных условий.

Размер микрокосма, в принципе, не ограничен. В знаменитом Экотроне (Сильвуд Парк, Англия) каждый микрокосм включает 1 кубометр почвы с многовидовым растительным сообществом.

 Для оценки общей интенсивности деструкции ОВП в микрокосме обычно измеряют интенсивность почвенного дыхания (часто с помощью автоматизированного газоанализатора).

Состав почвенной биоты, количество и качество растительных остатков, обилие и доступность других биогенных элементов в почве микрокосма и другие факторы можно изменять в соответствии с целями эксперимента. Таким образом, открывается возможность количественной оценки вклада разных групп почвенной биоты, динамики деструкции разных компонентов растительных тканей, и т.п.

К сожалению, любое экспериментальное моделирование почвенной системы связано с ее упрощением, и не может полностью отразить реальную ситуацию.

При полевых исследованиях важнейшим вопросом становится разделение потоков углерода, происходящего из разных пулов ОВП, прежде всего автотрофного и гетеротрофного почвенного дыхания. Подобная задача возникает и при наличии в микрокосме растений.

Практически единственным методом решения этой проблемы является применение изотопных методов. Углерод, азот, кислород, сера и водород, из которых в основном состоят тела живых организмов, имеют более одного стабильного (т.е. нерадиоактивного) изотопа.

 Соотношение стабильных изотопов углерода (^{13}C / ^{12}C) можно использовать в качестве очень точного инструмента исследования динамики разных пулов ОВП.



Как определяют изотопный состав углерода?

Изотопный состав вещества определяют с помощью изотопного масс-спектрометра. Концентрации изотопов выражают в атомных процентах, то есть доле атомов тяжелого изотопа от всех атомов данного элемента. Однако

изотопный состав органического вещества варьирует в довольно узких пределах, поэтому его принято выражать в тысячных долях отклонения от международного стандарта, δ (‰):

$$\delta^{13}\text{C} = [(R_{\text{проба}} - R_{\text{стандарт}})/R_{\text{стандарт}}] * 1000$$

где R – относительное обилие ^{13}C в анализируемой пробе и в стандарте.

Для углерода стандартом служит "венский" эквивалент белемнита Рее-Дее формации, VPDB. В стандарте углерода $R = 1.1237 \times 10^{-2}$.

! Примерно 85% всех сосудистых растений используют C3 тип фотосинтеза, в котором CO_2 фиксируется рибулозодифосфаткарбоксилазой с образованием 3-атомных молекул фосfogлицериновой кислоты.

В условиях довольно свободного обмена CO_2 между атмосферой и хлоропластами, карбоксилаза легче активирует более мобильный $^{12}\text{CO}_2$. Поэтому углерод, зафиксированный C3-растениями, значительно обеднен тяжелым углеродом ($\delta^{13}\text{C}$ в среднем около -27‰) по сравнению с атмосферным воздухом ($\delta^{13}\text{C}$ CO_2 в атмосфере около -7.8‰).

Основное отличие C4 типа фотосинтеза состоит в том, что углекислый газ в клетках мезофилла листа вначале фиксируется фосфенолпироваткарбоксилазой (PEP карбоксилазой). Абсорбционная способность PEP карбоксилазы очень высока, поэтому дискриминация тяжелого углерода намного менее выражена ($\delta^{13}\text{C}$ C4-растений от -11 до -17‰).

! C4 тип фотосинтеза возник независимо у многих семейств сосудистых растений. Из-за необходимости тратить АТФ на регенерацию PEP-акцептора C4 метаболизм энергетически менее выгоден чем C3, но дает ряд преимуществ для жизни в сухом и жарком климате.

Значительная разница в изотопной подписи C3 и C4 растений (и продуктов их деструкции) открывает широкие возможности для эксперимен-

тальных исследований. Резкие естественные градиенты $\delta^{13}\text{C}$ встречаются в сухих тропиках и субтропиках, где луговая растительность часто представлена преимущественно С4, а лесная – С3 растениями (Diels et al. 2004). Однако широкое распространение культуры кукурузы и инвазия некоторых других С4 злаков позволяет находить резкие пространственные или временные градиенты $\delta^{13}\text{C}$ и в более северных широтах (СЛАЙД – С3 и С4 растения).

В простейшем случае изотопное исследование динамики деструкции разных пулов ОВ почвы может выглядеть следующим образом: в сформированную под С3-растительностью почву (С3-почва) вносится опад С4-растения (напр. кукурузы). Изотопный анализ выделяемого системой диоксида углерода позволяет точно оценить динамику деструкции свежевнесенного опада и "старого" органического вещества почвы.

Применение природных материалов с разным содержанием ^{13}C , а также искусственное обогащение разных компонентов ОВП тяжелым углеродом позволяет конструировать системы, в которых практически все основные пулы ОВ имеют изотопные различия, и их динамика может быть прослежена с большой точностью.

Теоретически, изотопные методы также дают возможность идентифицировать разные компоненты гетеротрофного почвенного дыхания без существенного вмешательства в систему. По мере деструкции ОВ происходит очень небольшое, но достоверное накопление ^{13}C .

В силу этого более "старое" и стабильное ОВ почвы отличается от более молодого и подвижного (Моргун и др. 2007). К сожалению, локальные вариации содержания ^{13}C ОВП естественных систем часто перекрывают эту тенденцию.

 В настоящее время "изотопное" разделение разных потоков гетеротрофного почвенного дыхания возможно только в контролируемых экспериментальных условиях.



КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

- 1. Назовите основные пулы (резервуары) органического углерода в почве?**
- 2. Чем отличается скорость обменных процессов в каждом пуле?**
- 3. Каковы основные пути поступления и выхода углерода в/из почвы?**
- 4. Какие потоки углерода наиболее значимы в естественных и агроэкосистемах?**
- 5. Какие основные трофические уровни можно выделить в детритной пищевой сети и какие функциональные группы организмов занимают эти уровни?**
- 6. Каковы основные экспериментальные подходы к исследованию динамики органического вещества в почве?**
- 7. В чем преимущества и недостатки метода сетчатых мешков?**
- 8. Как можно разделить гетеротрофное и авторофное дыхание почвы?**
- 9. На чем основаны изотопные методы исследования динамики почвенного углерода?**
- 10. Чем отличается "изотопная подпись" C3- и C4-растений?**

Часть II. ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ АГРОЭКОЛОГИЧЕС- КОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ



Модуль 2.1. Приоритетные задачи агро- экологического проектирования базовых элементов адаптивно- ландшафтных систем земледелия

Вы будете изучать

- Основные проблемные экологические ситуации сельскохозяйственного землепользования в России.
- Приоритетные задачи информационно-методического обеспечения рационального сельскохозяйственного землепользования.
- Перспективы развития информационного обеспечения экологически безопасного земледелия в России.

Цели модуля

- Дать представление о приоритетных задачах информационно-методического обеспечения рационального сельскохозяйственного землепользования.
- Показать перспективы развития информационного обеспечения экологически безопасного земледелия в России.
- Обсудить основные проблемные экологические ситуации сельскохозяйственного землепользования в России.

После изучения модуля вы сможете

- Знать перспективы развития информационного обеспечения экологически безопасного земледелия и землепользования в России.

- Выявлять приоритетные задачи информационно-методического обеспечения землепользования в условиях конкретного региона и хозяйства.
- Понимать и структурировать проблемные экологические ситуации сельскохозяйственного землепользования в условиях конкретного региона.



Основная литература

1. Агроэкологическая оценка земель, проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий (под ред. В.И. Кирюшина и А.Л. Иванова). – М.: Росинформагротех, 2005. - 783 с.
2. Информационно-справочные системы по оптимизации землепользования в условиях ЦЧЗ (под ред. И.И. Васенёва и Г.Н. Черкасова). – Курск: ЦНТИ, 2002. – 120 с.
3. Кирюшин В.И. Агропочвоведение. – М.: КолосС, 2009.
4. Методика агроэкологической типизации земель в агроландшафте (под ред. И.И. Васенева) – М.: Россельхозакадемия, 2004. – 80 с.



Дополнительная литература

3. Агроэкология. Методология, технология, экономика (под ред. В.А. Черникова, А.И. Чекереса). – М.: КолосС, 2004. – 400 с.
4. Васенев И.И. Почвенные сукцессии. - М.: Издательство ЛКИ, 2008. –400 с.



Ключевые слова

Проблемные агроэкологические ситуации,
Агроэкологическая оценка земель,
Антропогенная деградация почв,
Экологически безопасное земледелие,
Информационно-методическое обеспечение.

ВВЕДЕНИЕ

Повышенная актуальность информационно-методических вопросов ускоренной разработки, региональной апробации и широкого освоения базовых элементов геоинформационного обеспечения для адаптивно-ландшафтных систем земледелия разного уровня обусловлена насущной необходимостью оперативного решения сложных задач системного анализа и картографической визуализации географически привязанной и тематически разноплановой информации – при проектировании и текущей корректировке ключевых элементов адаптивно-ландшафтных систем земледелия, агротехнологических карт и агротехнологий, обеспечивающих оптимальную рентабельность и минимальные риски производства в хозяйстве.

Массовое эффективное решение подобных задач возможно лишь при использовании современных информационных технологий автоматизированной обработки, организации и визуализации детально дифференцированной информации – в рамках специализированных геоинформационных и информационно-справочных систем (ГИС, ИСС), настроенных на формирование поливариантных прогнозов и оперативно обновляемых карт в почвенно-агроэкологических и технологических условиях конкретного региона и хозяйства.

2.1.1. ФОРМИРОВАНИЕ РЕГИОНАЛЬНЫХ СИСТЕМ ГЕОИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ АГРОЭКОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ АДАПТИВНО-ЛАНДШАФТНЫХ СИСТЕМ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Специализированное региональное геоинформационное обеспечение для проектирования и освоения адаптивно-ландшафтных систем земледелия ориентировано на решение проектных и оперативных оптимизационных задач земледелия в рамках определенного административного (или природно-хозяйственного) региона, включает рационально запрограммированные алго-

ритмы оптимизационных решений (учитывающие местную специфику хозяйств и рабочих участков региона) и содержит всю необходимую нормативно-справочную информацию для эффективного решения проектных и оптимизационных задач в условиях конкретных хозяйств региона и/или инструментов для ее оперативной корректировки и занесения.



Что в себя включает геоинформационное обеспечение задач проектирования и освоения адаптивно-ландшафтных систем земледелия?

Геоинформационное обеспечение задач проектирования и освоения адаптивно-ландшафтных систем земледелия на уровне хозяйства включает:

- а) базовый пакет оцифрованных картосхем землеустройства, почвенного покрова (и ландшафта), рельефа, агроклимата и производственной инфраструктуры хозяйства;
- б) базу данных почвенно-агроэкологической информации по полям (рабочим участкам, агроландшафтным выделам) хозяйства, отраженным на его карте землеустройства и почвенно-ландшафтной карте;
- в) информационно-аналитические модули автоматизированного решения проектных и оперативных задач адаптивно-ландшафтного земледелия;
- г) базовые модули общей системы управления базами данных, обеспечивающие оперативную запись, корректировку, обмен, считывание, выборку, представление, распечатку и визуализацию информации.



Как формируются региональные системы геоинформационного обеспечения адаптивно-ландшафтных систем земледелия?

Формирование региональных систем геоинформационного обеспечения адаптивно-ландшафтного земледелия подразумевает последовательное решение целого ряда научно-исследовательских и проектных задач.

Подбор и оцифровка базового картографического материала охватывает среднемасштабные (от 1:200 000 до 1: 500 000) карты землепользования,

рельефа, почвенного покрова и существующих схем районирования. При наличии доступных оцифрованных карт проводится их проверка, корректировка и уточнение. Наряду с этим, создаются отдельные слои точечных объектов (*в частности – станций и пунктов метеонаблюдений*).

Формирование агроэкологических баз данных (БД) по хозяйствам области (*региона*) предусматривает уточнение стандартной (*рамочной*) структуры БД и ее заполнение – по картам землепользования, архивным материалам Земкадастра (Земпроекта), статистической отчетности, генерализованным почвенным и агрохимическим картам, региональным обзорам.

Верификация базовых расчетных алгоритмов и структуры нормативно-справочных БД – с учетом агроэкологических особенностей земель региона, основного набора выращиваемых культур, их агроэкологических требований и технологий их выращивания.



Что в себя включают нормативные базы данных адаптивно-ландшафтных систем земледелия?

Формирование нормативных баз данных включает компьютерный агроклиматический справочник, региональные БД агроэкологических требований культур, районированных агрохимических, агрофизических, экономических и экологических нормативов и коэффициентов, используемых в аналитических алгоритмах геоинформационного обеспечения.

Формирование производных агроэкологических карт, прогнозов, оценок, систем районирования территории и нормативов, используемых в информационно-аналитических модулях регионального и локального геоинформационного обеспечения АЛСЗ. При формировании новых карт активно используются логические и алгебраические операции с тематическими слоями базового картографического материала и сопряженными данными агроэкологических БД – в системах растровых ГИС-приложений.

Создание основных форм ввода и вывода табличной и картографической информации – основывается на содержании анализируемой информации, основном перечне прогнозируемых агроэкологических проблем и технологических решений, рационально увязывается со структурой хозяйства (система деления на отделения, бригады, поля, участки ...) и технологией автоматизированного формирования и обновления их содержания.

2.1.2. ФОРМИРОВАНИЕ ЛОКАЛЬНЫХ СИСТЕМ ГЕОИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ АГРОЭКОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ АДАПТИВНО-ЛАНДШАФТНЫХ СИСТЕМ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ



Как формируются локальные системы геоинформационного обеспечения адаптивно-ландшафтных систем земледелия?

Формирование локальных систем геоинформационного обеспечения адаптивно-ландшафтного земледелия подразумевает последовательное выполнение следующих научно-исследовательских и проектных операций.

1. Подбор и оцифровка базового картографического материала включает крупномасштабные (от 1:10 000 до 1: 25 000) карты землеустройства, рельефа (изолинии на топографической или землеустроительной карте), почвенного покрова (почвенная или почвенно-ландшафтная карта), дорожной сети и производственной инфраструктуры (с топографической и землеустроительной карты), разномасштабные материалы аэрофотосъемки.



При необходимости, проводится инструментальное уточнение координат основных точек и границ – с помощью спутникового навигатора. На их основе, в рамках локальной ГИС, выполняется согласование (расчетная корректировка) основных границ и привязок исходно разнородного картографического материала.

2. Создание производных карт агроэкологических условий:

– крутизны, экспозиции и формы склонов – по изолиниям рельефа;

– агроклимата – на основе карт рельефа и региональной БД по климату.

3. Формирование первичной агроэкологических базы данных (БД)

по полям и рабочим участкам хозяйства (агрolandшафтным выделам на его территории). Уточнение стандартной (*рамочной*) структуры БД и ее заполнение – по материалам специальных полевых обследований, существующих почвенных, агрохимических карт, предыдущих землеустроительных и мелиоративных проектов, планов освоения и ведения систем земледелия, агротехнологических карт, книг истории полей и опроса специалистов.

4. Верификация и уточнение (с учетом особенностей хозяйства) расчетных алгоритмов и нормативно-справочных БД для агроэкологической типизации земель и адаптивно-ландшафтного землеустройства;

5. Создание проектных агроэкологических карт:

– агроэкологической типизации земель – на основе карт рельефа, климата, почв (почвенно-ландшафтной карты), аэрофотоснимков и полевых обследований (первичного, основного и проблемных ситуаций), алгоритмов расчета и первичной агроэкологической БД по полям и участкам хозяйства;

– нового землеустройства, с выделением полей и рабочих участков – на основе карты агроэкологической типизации земель, уточненной специализации хозяйства, требований выращиваемых в хозяйстве культур, регламентов земледелия и консультаций со специалистами и руководителями хозяйства.

6. Уточнение структуры и заполнение-корректировка проектной агроэкологической БД – по новой системе полей и рабочих участков хозяйства (на основе новых карт проектного землеустройства, агроэкологической типизации земель, структуры и материалов первичной агроэкологической БД, материалов полевых обследований и специальных расчетов).

7. Создание оценочных агроэкологических карт:

– агрохимического состояния земель (содержания гумуса, подвижных форм НРК и, по показаниям, лимитирующих микроэлементов, основных диагностических показателей почвенного поглощающего комплекса (ППК) –

кислотности или щелочности, солонцеватости, ...) – на основе карты землеустройства, табличных материалов почвенно-агрохимического обследования;

– фитосанитарного состояния земель (общего уровня и основных видов засоренности, текущего и/или потенциального распространения вредителей и болезней) – на основе карты землеустройства, табличных материалов фитосанитарного обследования, специальных расчетов и текущих наблюдений.

8. Адаптация к условиям и задачам хозяйства основных форм ввода и вывода информации, местных нормативов и коэффициентов – на основе стандартных форм рамочной структуры локальных систем геоинформационного обеспечения АЛСЗ, нормативно-справочных БД с районированной системой нормативов, опроса специалистов, местных особенностей хозяйства и ретроспективного решения основных расчетно-аналитических задач.

9. Формирование компьютерной книги истории полей и участков – на основе первичной агроэкологической базы данных (БД) по полям и рабочим участкам хозяйства, в соответствии с новой системой полей и рабочих участков, и с привлечением профильных специалистов хозяйства, существующих агрохимических паспортов и рукописных книг истории полей.

10. Отработка технологии автоматизированного проектирования базового размещения севооборотов по полям и рабочим участкам хозяйства и их оперативной корректировки (в системе земледелия) – на основе проектной агроэкологической БД по полям и рабочим участкам хозяйства, компьютерной книги истории полей и системного алгоритма оптимизации выбора севооборота и культуры для условий конкретного рабочего участка, обеспеченного нормативным и расчетным материалом нормативно-справочных БД и аналитических модулей урожайности, применения удобрений, выбора и адаптации агротехнологий и расчета технологических затрат.

11. Отработка технологии автоматизированного подбора и адаптации к условиям рабочих участков базовых агротехнологий – на основе БД агроэкологических требований культур, проектной агроэкологической БД по

полям и рабочим участкам хозяйства, БД базовых агротехнологий, аналитических модулей урожайности, применения удобрений, выбора и адаптации агротехнологий и расчета технологических затрат.

12. Отработка технологии автоматизированного проектирования и оперативной оптимизации систем обработки почв, применения удобрений и средств защиты растений (с учетом особенностей участка) – на основе агроэкологических баз данных и алгоритмов их анализа, с дополнением частных информационно-аналитических модулей оперативной оптимизации систем обработки почв и применения средств защиты растений, и данных компьютерной книги истории полей.

13. Создание проектных агротехнологических карт:

- структуры севооборотов – на основе карты землеустройства, проектной агроэкологической БД и автоматизированного проектирования базового размещения севооборотов по полям и рабочим участкам;

- мелиорации земель – на основе карты землеустройства, проектной агроэкологической БД и алгоритмов анализа проблемных ситуаций;

- ежегодного размещения культур – на основе структуры севооборотов и алгоритмов их оперативной корректировки - выбора культуры;

- базовых агротехнологий – на основе карты размещения культур, проектной БД и алгоритмов автоматизированного подбора и адаптации к условиям рабочих участков базовых агротехнологий;

- применения удобрений – на основе карты севооборотов, проектной БД и алгоритмов оперативной оптимизации применения удобрений;

- планового и оперативного применения средств защиты растений – на основе карты размещения культур, проектной БД и алгоритмов автоматизированного проектирования и оперативной оптимизации применения средств защиты растений в условиях конкретного участка;

- планируемой и реальной урожайности и валового сбора культур – на основе карты культур, проектной БД и книги истории полей;

– планируемых и реальных затрат и рентабельности производства – на основе карты культур, проектной БД, алгоритмов автоматизированного проектирования-анализа агротехнологий, книги истории полей.

14. Отработка технологии системного автоматизированного анализа рентабельности производства на полях и рабочих участках хозяйства – с учетом агроэкологических особенностей полей и участков, выращиваемых на них культур и сортов, применяемых агротехнологий, погодных условий года, выявленных технологических нарушений и текущей системы цен – на основе данных предыдущих этапов анализа.

15. Согласование процедуры обновления и обмена информацией с сопряженными информационно-справочными системами и программами (бухучета, статучета, специализированными системами текущего учета, оценки и планирования сельскохозяйственной деятельности)..

2.1.3. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ АГРОЭКОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ АДАПТИВНО-ЛАНДШАФТНЫХ СИСТЕМ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Концептуально-методические основы и первичная нормативная база разработки и проектирования адаптивно-ландшафтных систем земледелия активно разрабатываются в последние годы большой группой авторов из головных институтов Россельхозакадемии и целого ряда сельскохозяйственных вузов России (рис. 2.1.3.1).

Под эгидой Отделения земледелия РАСХН и РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева было разработано базовое методическое руководство по агроэкологической оценке земель и проектированию адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий: «Агроэкологическая оценка земель, проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий» (2005).

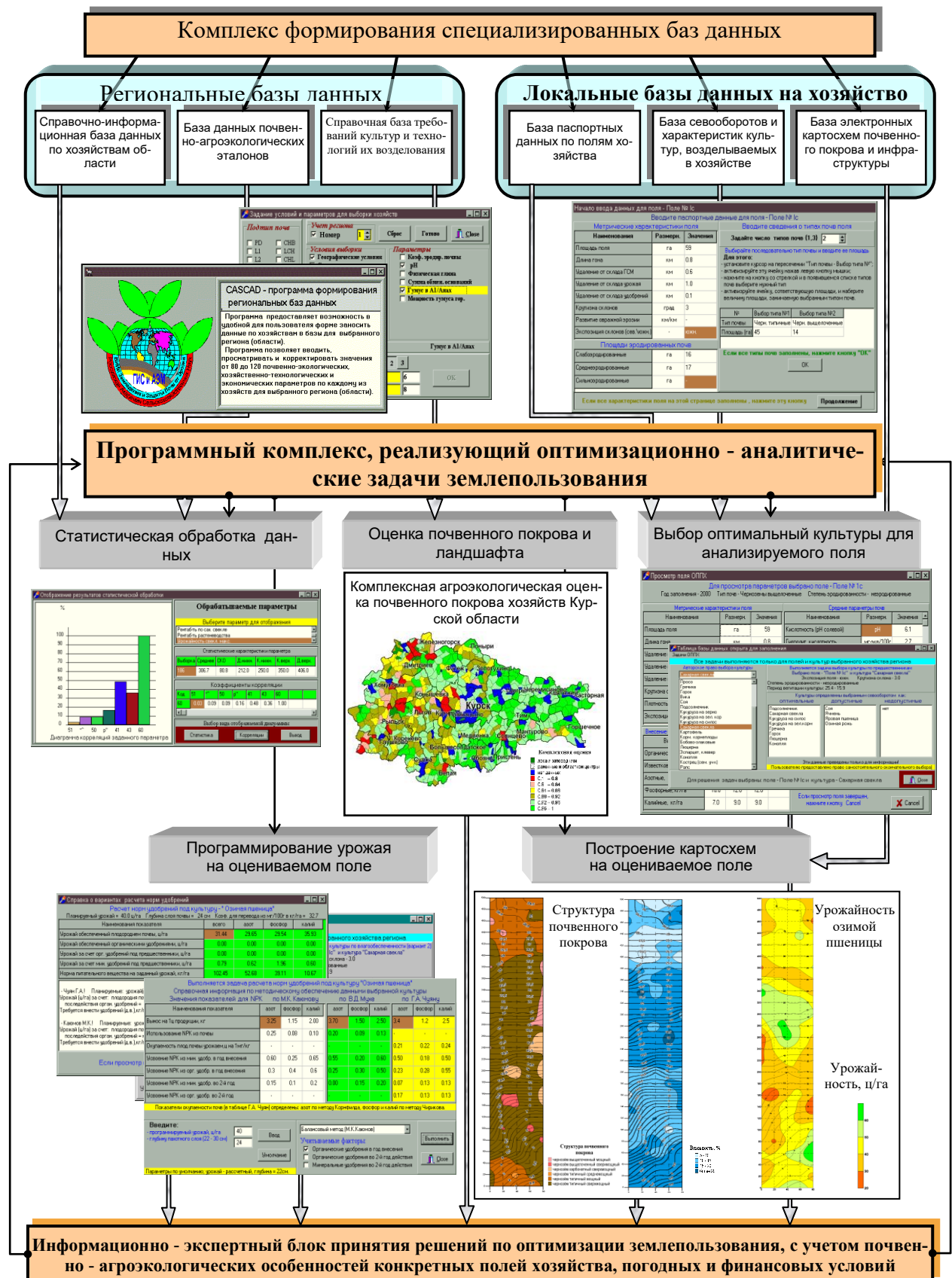


Рис. 2.1.3.1. Базовые элементы региональной системы АгроГИС для агроэкологической оптимизации землепользования (Васенев и др., 2002).



Контрольные вопросы и задания

1. **Что обуславливает повышенную актуальность агроэкологической оценки земель в условиях современного сельского хозяйства?**
2. **Дайте краткий анализ основных агроэкологических проблем современного сельскохозяйственного землепользования в России.**
3. **Прокомментируйте агроэкологические особенности современного состояния землепользования и сельхозтоваропроизводителей в основных сельскохозяйственных регионах России.**
4. **Объясните основные потребности сельхозтоваропроизводителей в информационно-методическом обеспечении землепользования в России.**
5. **Что составляет основу адаптивно-ландшафтных систем земледелия?**
6. **Прокомментируйте основные элементы адаптивно-ландшафтных систем земледелия.**
7. **В чем состоит агроэкологическое обеспечение адаптивно-ландшафтных систем земледелия?**
8. **Что является необходимым условием успешного использования на практике адаптивно-ландшафтных систем земледелия?**
9. **Что является ключевым элементом современных систем оценки агроэкологического качества земель в России?**



Модуль 2.2. Структурно-функциональная организация локальной информационно-справочной системы агроэкологической оптимизации земледелия (ЛИССОЗ)

Вы будете изучать

- Принципы организации и работы автоматизированных информационно-справочных (советующих, экспертных) систем
- Информационно-методические основы локальной информационно-справочной системы агроэкологической оптимизации земледелия (ЛИССОЗ)
- Структурно-функциональную организацию ЛИССОЗ

Цели модуля

- Дать представление о принципах организации и работы автоматизированных информационно-справочных (советующих, экспертных) систем
- Показать информационно-методические основы локальной информационно-справочной системы агроэкологической оптимизации земледелия (ЛИССОЗ)
- Познакомить со структурно-функциональной организацией ЛИССОЗ

После изучения модуля Вы сможете

- Понимать принципы организации и работы автоматизированных информационно-справочных (советующих, экспертных) систем
- Разбираться в информационно-методических основах локальной информационно-справочной системы агроэкологической оптимизации земледелия (ЛИССОЗ)
- Ориентироваться в структурно-функциональной организации ЛИССОЗ



Основная литература

1. Методика агроэкологической типизации земель в агроландшафте (под ред. И.И. Васенева) – М.: Россельхозакадемия, 2004. – 80 с.



Дополнительная литература

1. Агроэкологическая оценка земель, проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий (под ред. В.И. Кирюшина и А.Л. Иванова). – М.: Росинформагротех, 2005. - 783 с.



Ключевые слова

Агроэкологическая оценка земель,
Агроэкологическая оптимизация земледелия,
Информационно-справочные системы,
Геоинформационное обеспечение,
Алгоритмы решений,
Базы данных,
Модули.

ВВЕДЕНИЕ

Разработка, адаптация и районирование автоматизированных информационно-справочных (советующих, экспертных) систем для информационного обеспечения оперативного управления (выбора, корректировки) земледельческими агротехнологиями на уровне конкретного хозяйства и/или поля и проектирования-корректировки базовых элементов системы земледелия является одним из важнейших направлений информатизации сельского хозяйства России.

2.2.1. ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЛИССОЗ

Подобные системы призваны решать задачи по выбору оптимальных для условий конкретного поля набора культур (*сортов*) и агротехнологических приемов (*различные варианты обработки, применения удобрений и средств защиты растений*) в масштабе реального времени, с учетом особенностей поля, существующей или прогнозируемой системы цен.

В идеале, это требует проведение комплексного анализа условий конкретного поля и реальной динамики погодных условий и развития растений, их текущих и прогнозируемых потребностей в элементах питания и защиты – в соответствии с требованиями конкретной культуры (*сорта*) и агроэкологическими особенностями конкретного рабочего участка.

Базовой информационно-методической основой такого анализа являются: а) районированные динамические модели продукционного процесса основных сельскохозяйственных культур и сортов; и б) оптимизационные модели анализа проблемных производственных ситуаций – с учетом меняющихся почвенно-экологических, хозяйственно-технологических и социально-экономических факторов и параметров.



Какие задачи решает программа ЛИССОЗ?

Типовая локальная информационно - справочная система по оптимизации землепользования (ЛИССОЗ) и соответствующий комплекс программ предназначены для использования в условиях конкретного хозяйства в пределах заданного региона и ориентирована на информационное обеспечение управляющих решений трех типов:

- оптимизация размещения культур, сортов и динамики структуры севооборотов с учетом характеристики земель, возможности хозяйств, климатического и ценового прогноза;
- оптимизация приемов и способов обработки почв и внесения удобрений и средств защиты растений при возделывании основных культур в различных агроклиматических условиях;
- оценки технологических затрат и рентабельности растениеводства в условиях конкретного поля и рабочего участка.



Из каких модулей состоит программа ЛИССОЗ?

Данная версия **ЛИССОЗ** состоит из трех приложений Delphi3, а именно, BD_ORPX, Zap_Id_Tehn, ZadahiXoz и баз данных. Приложения (программы) Bd_Xoz и Zap_Id_Tehn предназначены для формирования и наполнения информационно-расчетных, нормативных и справочных баз данных. При этом программа BD_ORPX позволяет создавать и наполнять информацией базы данных по полям хозяйства, возделываемым культурам, севооборотам конкретного хозяйства, основным агроклиматическим параметрам хозяйства, поправочным коэффициентам и другим справочным материалам. Программа Zap_Id_Tehn создана специально создана для наполнения информацией базы типовых технологических карт выращивания сельскохозяйственных культур по трем базовым уровням интенсивности применяемых технологий, а именно, экстенсивной, нормальной, интенсивной.

Программа ZadahiXoz позволяет, на основе содержащейся в базах данных информации о хозяйстве поле и с/х культуре, решать различные задачи, связанные с сельскохозяйственным производством:

выбор оптимальной культуры по предшественнику;

расчет урожая с/х культуры в зависимости от возможностей поля прихода ФАР, влагообеспеченности и агроклиматических условий;

расчет норм внесения удобрений на заданный урожай;

расчет урожая, обеспеченного агроклиматическими и почвенно-агрохимическими условиями;

выбор оптимальной системы обработки почв;

оценка основных технологических затрат на выращивание с/х культур – а также обеспечивает доступ к различной справочной информации и результатам решения задач.

В программе предоставлены возможности по просмотру и виртуальной корректировке информации по основным параметрам баз данных, которые позволяют в едином цикле решать задачи с различными вариантами исходных данных и протоколировать результаты их решения для последующего анализа. При этом нет необходимости обращаться к модулям по заполнению баз данных, а сама базовая информация остается без изменения (первоначально заполненная).

Все программы написаны в Delphi – визуальной среде программирования в Windows на языке Object Pascal, разработанной фирмой Borland, с учетом того, что пользователь не является профессионалом в работе с компьютером. Программы располагают дружественным интерфейсом и содержат удобные для пользователя формы представления аналитической и справочной информации. В работе с программами широко используются “оконные” возможности Delphi. Программы изобилуют большим количеством справочной информации и подсказок, что сводит к минимуму число возможных ошибок при работе с ними.

2.2.2. ОСНОВНЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ И ПРОГРАММНЫЕ МОДУЛИ ПО ЗАПОЛНЕНИЮ БАЗ ДАННЫХ



Какие базы данных включает ЛИССОЗ?

Исходной информационной основой для решения оптимизационных задач является специализированные базы данных (БД), которые заполняются необходимой информацией в процессе работы программных модулей BD_ORPX.exe, Zap_Id_Tehn.exe.

Специализированные БД представляют собой гибридную таблично–файловую систему. Наиболее важными из БД являются следующие:

- БД по характеристике полей хозяйства;
- БД основных параметров по возделываемым в хозяйстве сельскохозяйственным культурам;
- БД по требованиям основных сельскохозяйственных культур к предшественникам;
- БД по среднегодовым значениям агроклиматических параметров;
- БД по агрохимическим параметрам (учитываемым коэффициентам);
- БД с технологическими картами для сельскохозяйственных культур;
- БД по системам обработки почв;
- БД по химическим препаратам (гербицидам, инсектицидам, фунгицидам).

Для предоставления пользователю возможности в простой и удобной для него форме наполнять информацией выше перечисленные специализированные БД, разработаны программные модули BD_ORPX.exe, Zap_Id_Tehn.exe. Созданные программы предоставляют возможность формирования новых объектов (поле, культура), просмотра и корректировки значений параметров уже занесенных в базу данных объектов, удаления ненужных объектов (рис. 2.2.2.1).

Локальная информационно-справочная система по оптимизации земледелия (ЛИССОЗ)

Чтение из базы данных параметров выбранного поля - 01-2-5-3 и характеристик возделываемой сельскохозяйственной культуры - **Озимая пшеница**

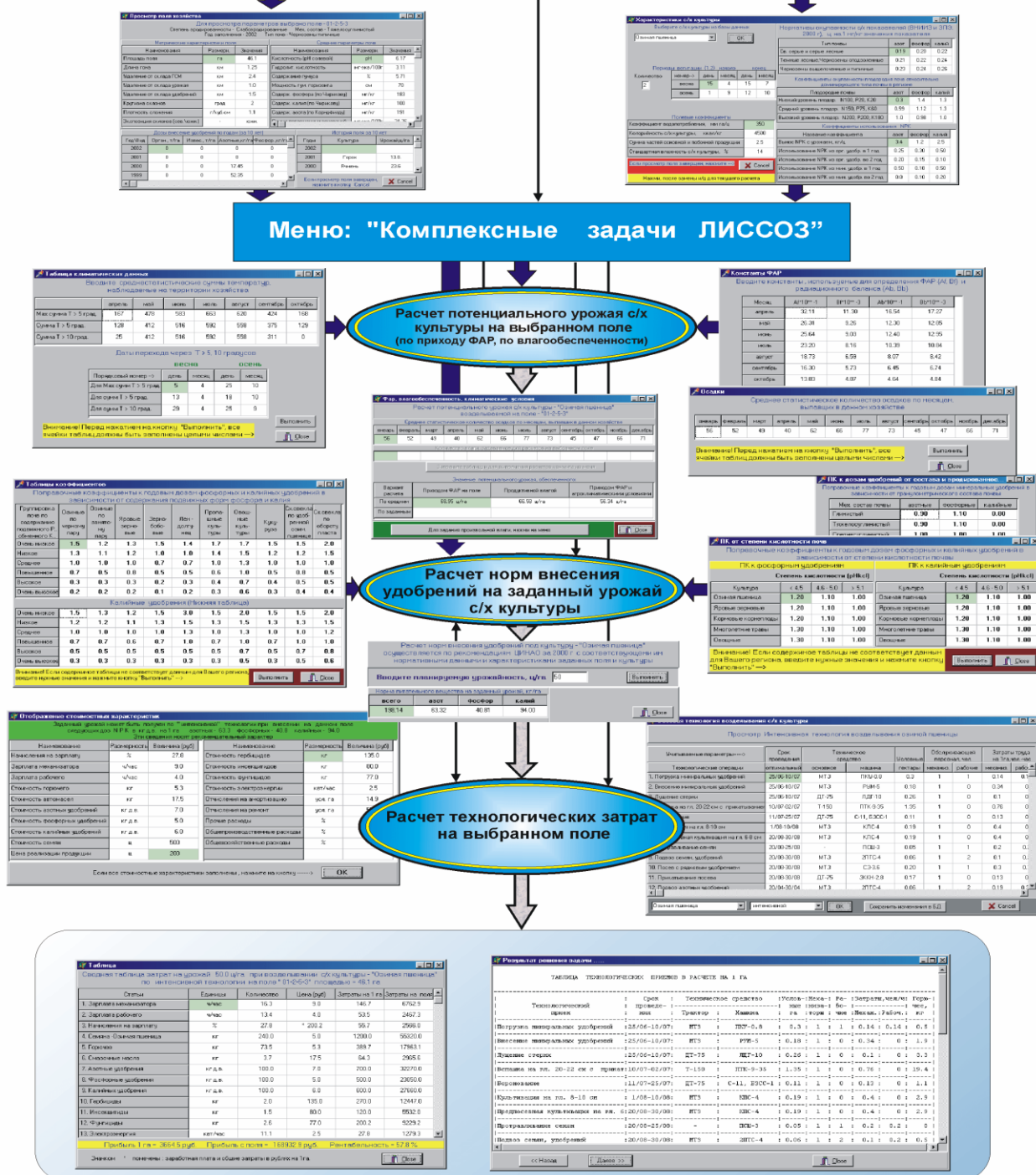


Рис. 2.2.2.1. Принципиальная блок-схема локальной информационно-справочной системы для проектирования и оперативной оптимизации агротехнологий земледелия.

2.2.3. СВОДНАЯ ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ БЛОК-СХЕМА ЛИССОЗ



Какие информационно-аналитические модули включает ЛИССОЗ?

Сводная функциональная блок-схема ЛИССОЗ состоит из 31 расчетного и информационно-справочного модуля (рис. 2.2.3.1). К ее основным **информационно-расчетным модулям** относятся следующие:

- ◆ выбор культуры (1);
- ◆ оценка расчетного урожая по совокупности прогнозируемых микроклиматических условий (5, 7);
- ◆ уточнение расчетного урожая с учетом основных почвенно-мелиоративных, агротехнических и общих организационных ограничений (9);
- ◆ расчет потенциального выноса NPK с расчетным урожаем (13);
- ◆ корректировка расчетного урожая и основных статей баланса NPK – с учетом почвенно-агрохимических ограничений и расчетной рентабельности применения удобрений на данном поле ((22→11...22)_п);
- ◆ корректировка технологий в ходе их мониторинга (28) и интегральная система защиты растений от вредителей, болезней, сорняков и полегания (31).

В число основных **информационных модулей** алгоритмического и нормативно-справочного обеспечения расчетов входят:

- ❖ справочная матрица предшественников в ротации культур (2);
- ❖ справочно-алгоритмические модули по климату (4, 6);
- ❖ нормативно-справочный модуль по влиянию на урожай основных лимитирующих факторов (*почвенных, агротехнических* – 8);
- ❖ справочные базы данных по коэффициентам выноса, усвоения, содержания и влияния NPK (12, 14, 17, 20, 24);
- ❖ базы данных по типовым технологиям возделывания основных культур,

фазам их развития и нормативам интегральной системы защиты растений (26, 27, 30).

Основные *модули текущей информации* обеспечивают оперативное поступление следующих данных:

- основных параметров рыночного спроса на продукцию (3);
- текущих значений почвенно-агрохимических характеристик по полю (10, 16);
- запасов основных органических и минеральных удобрений в хозяйстве (19, 23);
- результатов мониторинговых наблюдений (29) за погодой, вредителями, болезнями, сорняками и т. п.

Создаваемая в рамках ЛИССОЗ комплексная база данных справочно-нормативной информации по хозяйству состоит из функционально-тематических баз данных по сельскохозяйственным полям, культурам и севооборотам конкретного хозяйства.

Справочная база данных по характеристике анализируемых полей хозяйства включает в себя следующие разделы:

- общая характеристика земель конкретного поля (*размер, рельеф, привязки к объектам производственной инфраструктуры...*);
- состав почвенного покрова поля;
- средние (*или средневзвешенные*) значения основных параметров плодородия почв (*заполняется в соответствии с имеющейся табличной или картографической информацией по данному полю*);
- сведения по предшественникам и их урожайности;
- данные по применению минеральных, органических удобрений и мелиорантов за последние 3 года (*для расчета текущих значений почвенных параметров по данным предыдущих обследований*).

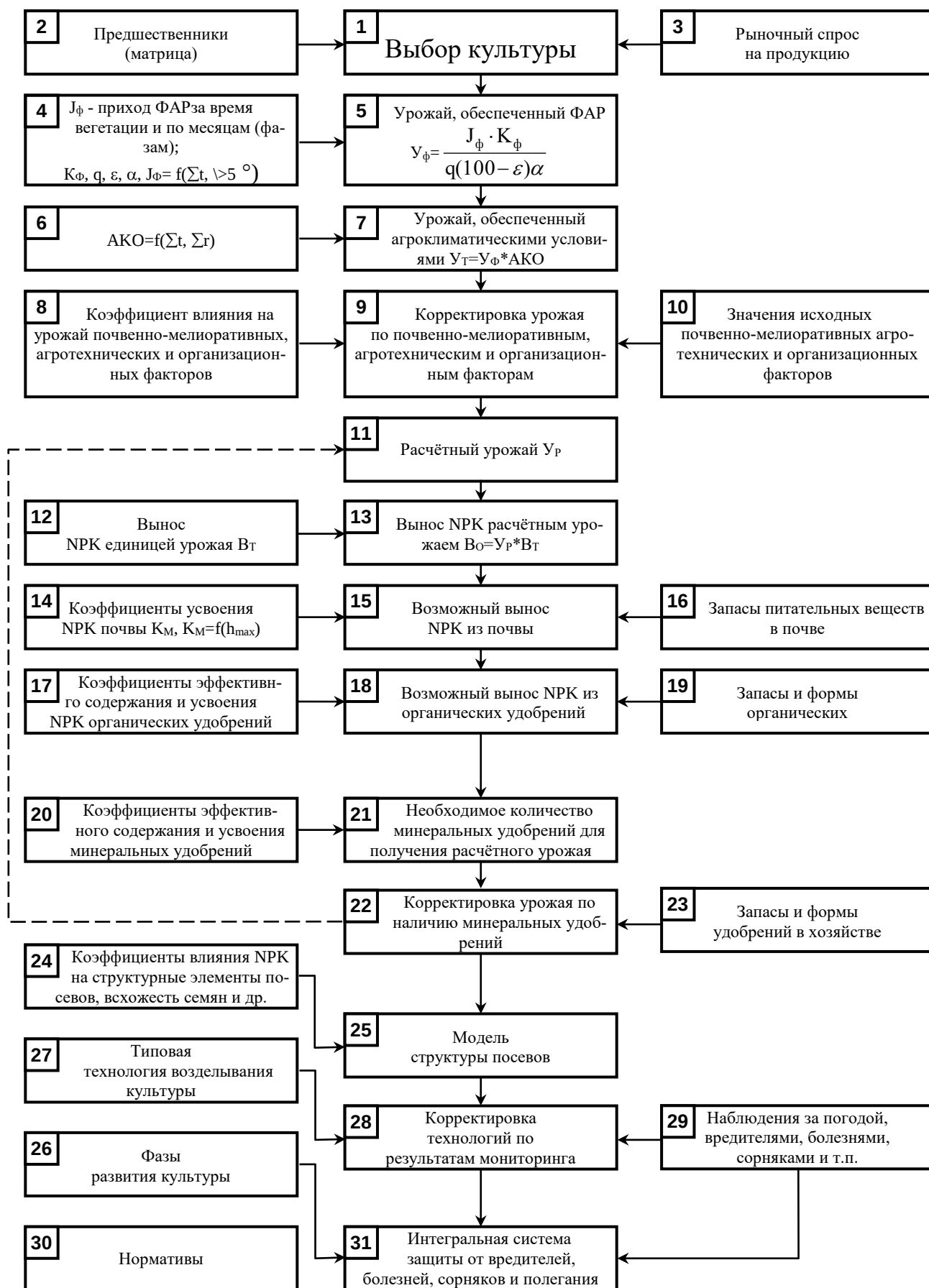


Рис. 2.2.3.1. Сводная функциональная блок-схема ЛИССОЗ.



Какие основные задачи решает СУБД ЛИССОЗ?

Основное назначение разрабатываемой СУБД для ЛИССОЗ – предоставить возможность пользователю в простой и удобной для него форме наполнять информацией специализированные базы данных по полям хозяйства, возделываемым в хозяйстве культурам и основным севооборотам, присущим данному региону.

Созданная программа дает возможность формирования новых объектов (*поле, культура*), просмотра и корректировки значений параметров уже занесенных в базу данных объектов, удаления ненужных объектов.

Кроме индивидуальной информации, присущей конкретным полям и возделываемым культурам, ЛИССОЗ обеспечивается общей для данного хозяйства информацией. В состав общего информационного модуля по хозяйству входят параметры, которые описывают:

- ❖ экономическую составляющую хозяйства;
- ❖ энергообеспеченность его территории, среднестатистические суммы температур больше 5 и 10 градусов;
- ❖ среднее количество осадков по месяцам и декадам в течение года;
- ❖ константы, используемые для определения прихода ФАР и радиационного баланса в зависимости от суммы температур больше 5 градусов в период с апреля по ноябрь...

Информационно-справочные базы данных насыщаются большим количеством вспомогательной справочной информации и подсказок, что сводит к минимуму число возможных ошибок при работе с ними непрофессионалов или специалистов с минимальным опытом работы на компьютере. Работа пользователя с любой из специализированных баз данных начинается с выбора ее наименования из главного меню баз данных. Затем раскрывается меню выбранной базы, и пользователь выбирает один из режимов работы с ней. В зависимости от выбранного режима работы программа предоставляет

пользователю соответствующую форму для просмотра или заполнения. Повышенная лояльность к ошибкам в действиях пользователя достигается встроенной системой внутреннего контроля и значительно упрощает практическое использование ИСС.

Основное *назначение комплексного аналитического модуля* ЛИССОЗ – предоставить возможность агроному-практику (или исследователю) быстро и эффективно решать, с использованием вычислительных возможностей компьютера, различные *расчетные и прогнозные задачи*, связанные с земледелием и сельскохозяйственным производством – на основе текущей информации о хозяйстве и справочно-нормативной информации, содержащейся в специализированных базах данных.

Часто приходится решать задачи по оптимизации выбора культуры или расчету вероятного урожая. Обычно они разбиваются на более простые подзадачи, примеры которых приводятся ниже:

- ✓ выбор оптимальной культуры по предшественнику;
- ✓ расчет урожая сельскохозяйственной культуры в зависимости от прихода ФАР;
- ✓ расчет урожая по влагообеспеченности урожая;
- ✓ расчет урожая, обеспеченного приходом ФАР и общими агроклиматическими условиями (*температура, влага*);
- ✓ расчет урожая с рентабельным применением удобрений.



Какие задачи способна решать программа ЛИССОЗ?

В завершенном и настроенном на конкретное хозяйство виде ЛИССОЗ позволит эффективно и быстро решать широкий спектр задач информационного обеспечения управленческих решений по оптимизации земледелия и землепользования в условиях этого хозяйства:

- системной инвентаризации, геостатистической обработки и интерактивной визуализации текущей информации по полям хозяйства;

- систематизации нормативно-справочной информации и базовых алгоритмов обработки информации – *для планирования основных технологических операций;*
- комплексного анализа, моделирования и визуализации текущих и прогнозируемых почвенно-агроэкологических условий роста растений на конкретном поле;
- оптимизации размещения культур, сортов и динамики структуры севооборотов – *с учетом характеристики земель, возможности хозяйств, климатического и ценового прогноза;*
- прогноза урожайности конкретной культуры (*сорта*) – *с учетом почвенно-агроэкологических условий конкретного участка и климатического прогноза на вегетационный период;*
- выявления лимитирующих факторов роста растений и оценки их влияния на продукционный процесс;
- оценки текущих и прогнозируемых потребностей растений в основных элементах питания и проведении защитных технологических операций;
- прогнозирования эффективности проведения дополнительных технологических операций – *в условиях конкретного климатического года и сложившейся системы цен на рынке производственных материалов и готовой продукции;*
- оптимизации приемов и способов обработки почв и внесения удобрений и средств защиты растений – *при возделывании основных выращиваемых культур в различных агроклиматических условиях;*
- производственного мониторинга почвенно-агроэкологического состояния полей – *для планирования хозяйственной деятельности на следующий год или инвестиционный период.*

2.2.4. ГЕОИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЛИССОЗ

Картографическое обеспечение ЛИССОЗ включает оцифрованные карты (слои) рельефа, почв, микроклимата, структуры землепользования, гидрографической и транспортной сети, производственной инфраструктуры, населенных пунктов и аэрофотосъемки. На основе оцифрованной карты горизонталей формируются тематические слои крутизны и экспозиции склонов. На их основе – создаются карты внутрихозяйственного варьирования суммы активных температур, условий увлажнения и проблемных агроклиматических ситуаций. В результате совместного наложения и анализа генерализованных контуров почвенной карты, основных тематических слоев рельефа и климата создается карта агроэкологических типов и видов земель.

Карта агроэкологической типизации земель является основой для уточнения структуры землепользования, нарезки полей и рабочих участков, обновления природоохранной инфраструктуры хозяйства (системы лесополос и дифференцированных режимов землепользования), транспортной сети временного пользования и производственной инфраструктуры хозяйства.

При совмещении карты рабочих участков с базой данных по участкам формируются тематические карты агроэкологического состояния почв и земель (содержания доступных форм питательных элементов, кислотности, осолонцевания, эродированности, засоренности и т.п.). На их основе, при планировании хозяйственной деятельности, формируются агротехнологические карты и картосхемы мелиоративного улучшения, и, при необходимости, уточняется нарезка рабочих участков и режимы их текущего использования.

Для особенно сложных или важных в хозяйственном отношении участков формируются детальные картосхемы, отражающие внутрипольное варьирование основных факторов земледелия и плодородия почв (см. рис. 2.2.2.1).



Контрольные вопросы и задания

1. В чем заключается адаптация и районирование автоматизированных информационно-справочных (советующих, экспертных) систем?
2. Что в себя включает информационное обеспечение оперативного управления (выбора, корректировки) земледельческими агротехнологиями?
3. Какие задачи решает программа ЛИССОЗ?
4. Из каких модулей состоит программа ЛИССОЗ?
5. Какие базы данных включает ЛИССОЗ?
6. Какие информационно-аналитические модули включает ЛИССОЗ?
7. Какие основные задачи решает СУБД ЛИССОЗ?
8. Какие задачи способна решать программа ЛИССОЗ?
9. Что лежит в основе устойчивого земледелия?
10. Какие агроэкологические функции почв наиболее важны для сельскохозяйственного использования земель?



Модуль 2.3. Агроэкологическая паспортизация рабочих участков и полей хозяйства

Вы будете изучать

- Справочную базу данных по характеристикам полей хозяйства в программе ЛИССОЗ
- Основные действия, выполняемые с этой базой данных
- Возможности ее редактирования

Цели модуля

- Дать представление о справочной базе данных по характеристикам полей хозяйства в программе ЛИССОЗ
- Рассмотреть основные действия, выполняемые с этой базой данных
- Обсудить возможности ее редактирования

После изучения модуля вы сможете

- Работать со справочной базой данных по характеристикам полей хозяйства в программе ЛИССОЗ
- Редактировать справочную базу данных по характеристикам полей хозяйства в программе ЛИССОЗ



Основная литература

1. Методика агроэкологической типизации земель в агроландшафте (под ред. И.И. Васенева) – М.: Россельхозакадемия, 2004. – 80 с.



Дополнительная литература

1. Агроэкологическая оценка земель, проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий (под ред. В.И. Кирюшина и А.Л. Иванова). – М.: Росинформагротех, 2005. - 783 с.



Ключевые слова

Агроэкологическая оценка земель,
Агроэкологическая паспортизация земель,
Экспертные информационные системы,
Модели оценки земель,
Параметры оценки,
Справочные базы данных,
ЛИССОЗ.

2.3.1. СПРАВОЧНАЯ БАЗА ДАННЫХ ПО ХАРАКТЕРИСТИКАМ ПОЛЕЙ ХОЗЯЙСТВА



Из каких разделов состоит агроэкологическая база данных по полям и рабочим участкам хозяйства?

Созданная справочная база данных по характеристикам полей хозяйства включает в себя следующие разделы:

- общая характеристика земель конкретного поля (*размер, рельеф, привязки к основным объектам производственной инфраструктуры...*);
- состав почвенного покрова поля;
- средних (*или средневзвешенных*) значений основных параметров плодородия почв (*заполняется в соответствии с имеющейся табличной или картографической информацией по данному полю*);
- сведений по предшественникам и их урожайности (*до 10 лет*);
- данных по применению минеральных, органических удобрений и мелиорантов за последние 10 года (*для расчета текущих значений почвенных параметров по данным предыдущих обследований*).

Для осуществления работы с данной базой данных (создания новых объектов – паспортизация поля, просмотра и корректировки значений параметров уже занесенного в БД поля, удаления ненужных объектов) надо запустить программу BD_ORPX.exe дважды щелкнув мышкой на ее ярлыке или непосредственно на имени приложения. В результате чего откроется главная форма программы (рис. 2.3.1.1)

В верхней части формы находится линейка меню программы, включающая меню: **Паспортизация поля, Культура, Севооборот, Климат, Коэффициенты**. Меню **Паспортизация поля** содержит три активные команды **Паспортизация нового поля, Просмотр/корректировка, Удаление из базы данных**, которые обеспечивают все необходимые действия по заполнению и обновлению базы данных по характеристикам полей хозяйства.

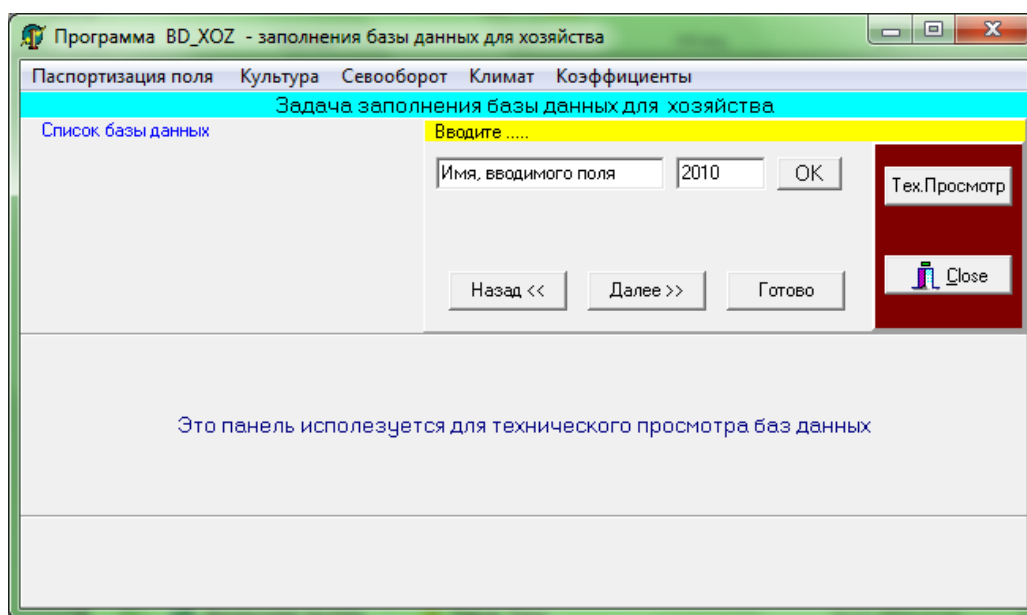


Рисунок 2.3.1.1. Главная форма программы.

2.3.1.1. Паспортизация нового поля.

Для занесения в базу данных сведений о новом поле надо выполнить следующие действия:

1. Щелкните мышкой по меню *Паспортизация поля* и в открывшемся меню выберите команду *Паспортизация нового поля*;
2. Проанализируйте в открывшемся списке полей имена (наименования) полей уже занесенных в базу данных (рис. 2.3.1.2);

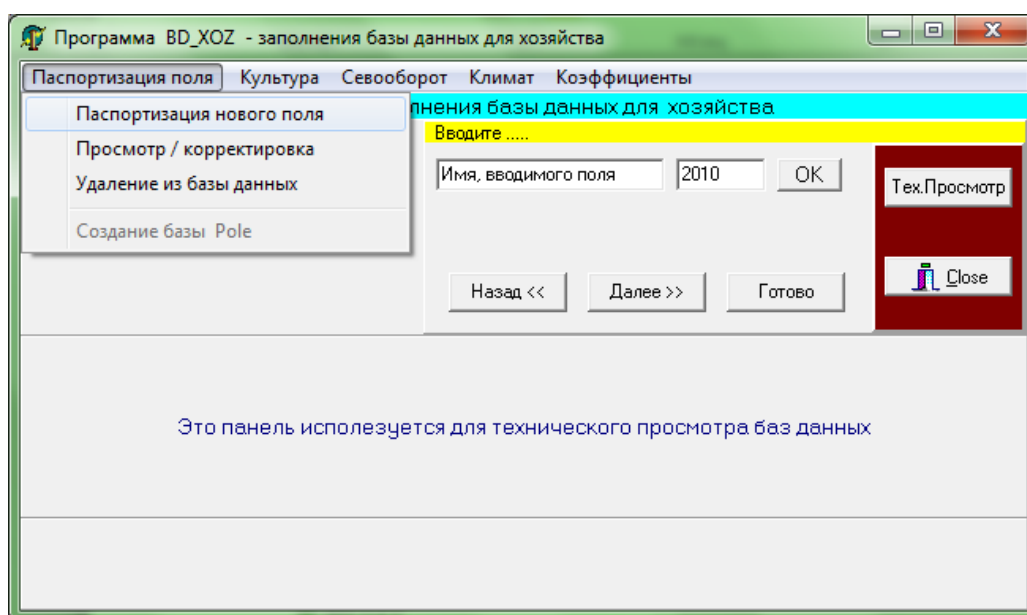


Рисунок 2.3.1.2. Список полей занесенных базу данных

3. В окошечках справа от списка имен полей поочередно введите с клавиатуры уникальное имя нового поля и рядом год заполнения, после чего щелкните мышкой по рядом расположенной кнопке **ОК**. В нижней панельке на форме появится следующее сообщение:

Вас приветствует программа ЛИССОЗ! Идет работа по паспортизации поля – «имя введенного поля». Нажмите на кнопку Далее>> (рис. 2.3.1.3);

Рисунок 2.3.1.3. Ввод наименования нового поля

4. Нажмите на активную кнопку **Далее>>**. В результате этого действия откроется новая форма ***Начало ввода данных по полю –***;
5. Поочередно введите соответствующие данные в столбцы ***Значения*** таблиц ***Метрические характеристики поля*** и ***Средние параметры почв***, при этом надо внимательно следить, чтобы разделителем целой и дробной частей вводимого Вами значения всегда была точка;
6. Выберите в окошечках, которые находятся в левой нижней части формы, соответствующие значения типа почв, степени эрозии почв и

механического состава почв. Для этого надо поочередно нажать в каждом окошечке на стрелку выбрать в открывшемся списке нужное значение, а именно, в списке типы почв одно из: *Св. серые лесные, Серые лесные, Темные лесные, Черноземы оподзоленные, Черноземы выщелоченные, Черноземы типичные*; в списке степень эрозии почв – *Неэродированные, Слабоэродированные, Среднеэродированные, Сильноэродированные*; в списке мех. состав почв – *Глинистый, Тяжелосуглинистый, Среднесуглинистый, Супесчаный, Песчаный* (рис. 2.3.1.4);

Начало ввода данных для поля - 03-3-6-5

Метрические характеристики поля			Средние параметры почв		
Наименования	Размерн.	Значения	Наименования	Размерн.	Значения
Площадь поля	га		Кислотность (рН солевой)	рН	
Длина гона	км		Гидролит. кислотность	мг-экв./100г	
Удаление от склада ГСМ	км		Содержание гумуса	%	
Удаление от склада урожая	км		Мощность гум. горизонта	см	
Удаление от склада удобрений	км		Содерж. фосфора (по Чирикову)	мг/кг	
Крутизна склонов	град		Содерж. калия (по Чирикову)	мг/кг	
Плотность сложения	г/куб.см		Содерж. азота (по Корндфильду)	мг/кг	
Экспозиция склонов (сев./южн.)	-		Сумма поглощенных оснований	мг-экв./100г	
			Насыщенность основаниями	%	
			Бонитировочная оценка пашни	балл	

Тип (подтип) почв: Выбери нужное
Степень эрозии почв: Выбери нужное
Мех. состав почвы ----> Выбери нужное

Вводите паспортные данные для поля - 03-3-6-5

Продолжение

Рисунок 2.3.1.4. Занесение почвенных параметров

- Убедитесь, что значения все почвенных параметров внесены или выбраны и для продолжения работы нажмите кнопку **Продолжение**. В результате этого действия снова откроется главная форма программы и на ней будут активны кнопки **Назад<<** и **Далее>>**. Нажатие на кнопку **Назад<<** позволяет вернуться к предыдущей форме, а по нажатию на кнопку **Далее>>** осуществляется переход к следующей форме;

8. Нажмите на кнопку **Далее>>**. В результате этого действия откроется следующая форма **Продолжение ввода данных по полю**. На этой форме представлены для заполнения две таблицы: **Дозы внесения удобрений по годам (10 лет)** и **История поля за 10 лет**;
9. Заполните эти таблицы соответствующей информацией. Первая таблица заполняется подведением курсора к нужной ячейке и вводом с клавиатуры значения дозы удобрения в заданной размерности, которая внесена на этом поле в соответствующий год. Для заполнения второй таблицы необходимо: подвести курсор в колонке **Культура** против года заполнения и щелкнуть мышкой, выбрать в открывшемся списке наименование нужной культуры, перейти в соседнюю ячейку и ввести с клавиатуры урожай этой культуры (рис. 2.3.1.5);

Внесение удобрений по годам (текущий и три предшествующие)						История поля за 10 лет		
Год\Вид	Орган., т/га	Извес., т/га	Азотные, кг/га	Фосфор., кг/га	Калийн., кг/га	Годы	Культура	Урожай, ц/га
2010	0	0	0	0	0	2010		
2009	0	0	0	0	0	2009		
2008	0	0	0	0	0	2008	Чистый пар	650
2007	0	0	0	0	0	2007	Озимая пшеница	72
2006	0	0	0	0	0	2006	Яровая пшеница	
2005	0	0	0	0	0	2005	Ячмень	
2004	0	0	0	0	0	2004	Просо	
2003	0	0	0	0	0	2003	Гречка	
2002	0	0	0	0	0	2002	Соя	
2001	0	0	0	0	0	2001	Подсолнечник	

Если все данные на этой странице заполнены, нажмите кнопку "Завершение"

Выполняются действия по паспортизации нового поля

Внесение удобрений по годам (текущий и три предшествующие)						История поля за 10 лет		
Год\Вид	Орган., т/га	Извес., т/га	Азотные, кг/га	Фосфор., кг/га	Калийн., кг/га	Годы	Культура	Урожай, ц/га
2010	0	0	0	0	0	2010		
2009	0	0	0	0	0	2009		
2008	0	0	0	0	0	2008	Сахарная свекла	650
2007	0	0	0	0	0	2007	Озимая пшеница	72
2006	0	0	0	0	0	2006	Чистый пар	
2005	0	0	0	0	0	2005		
2004	0	0	0	0	0	2004		
2003	0	0	0	0	0	2003		
2002	0	0	0	0	0	2002		
2001	0	0	0	0	0	2001		

Если все данные на этой странице заполнены, нажмите кнопку "Завершение"

Выполняются действия по паспортизации нового поля

Рисунок 2.3.1.5. История поля

10. Убедитесь, что значения все почвенных параметров внесены или выбраны и для продолжения работы нажмите кнопку **Продолжение**. В результате этого действия снова откроется главная форма программы и на ней будут активны три кнопки: **Назад<<**, **Далее>>** и **Готово**;
11. Для записи набранных Вами данных по заполняемому полю в базу данных нажмите на кнопку **Готово**. В нижней панельке на форме появится следующее сообщение:

Паспортные данные поля «имя введенного поля» успешно занесены в базу данных! Можно переходить к другим видам работы с программой..

2.3.2. ПРОСМОТР/КОРРЕКТИРОВКА

Для просмотра сведений о занесенных в базу данных полях хозяйства или изменения некоторых значений требуемого поля надо выполнить следующие действия (рис. 2.3.2.1):

1. Щелкните мышкой по меню **Паспортизация поля** и в открывшемся меню выберите команду **Просмотр/корректировка**.

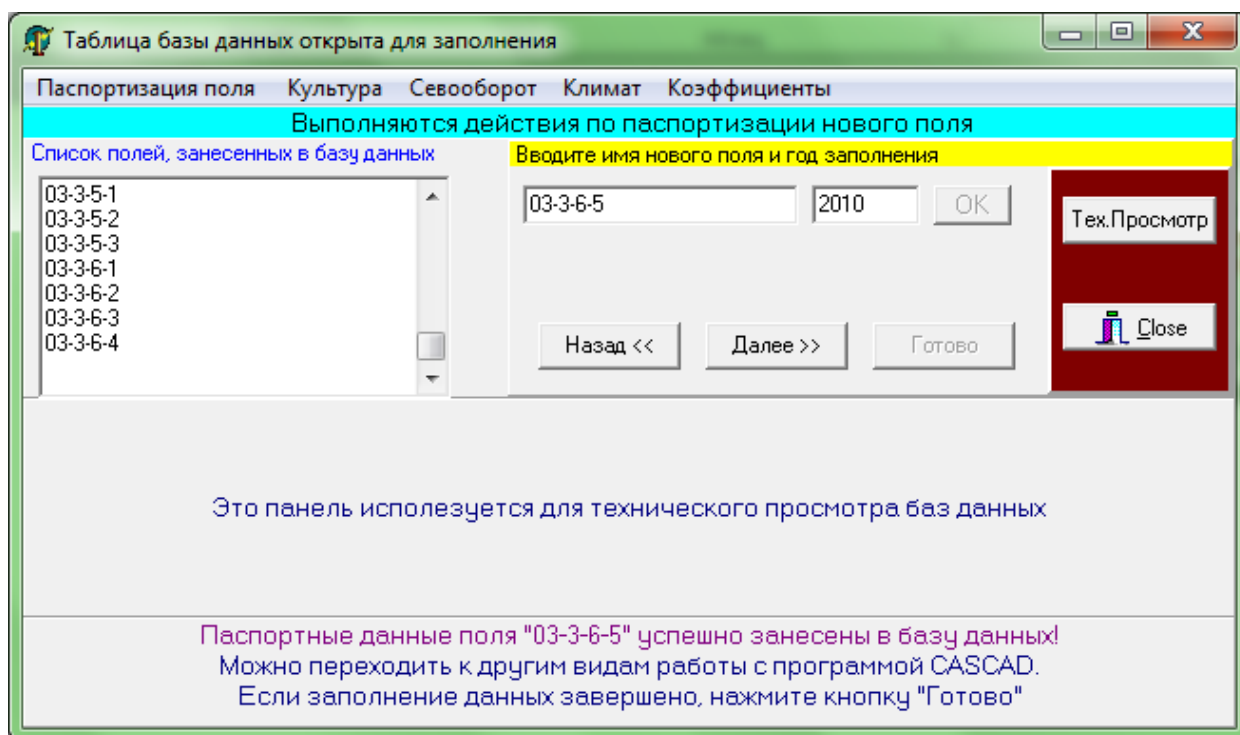


Рисунок 2.3.2.1. Команды меню “Паспортизация поля”

2. На форме в левом верхнем углу появится этикетка ***Выберите поле для просмотра и корректировки***, а под ней окошечко с надписью ***Нажмите на стрелочку***. В нижней панельке на форме появится следующее сообщение:

Выполняются действия по просмотру и корректировке поля. Выберите поле для просмотра и корректировки;

3. Щелкните мышкой по стрелочке и выберите в открывшемся списке имен полей нужное Вам наименование поля, подведя к нему курсор и щелкнув мышкой. Список имен полей свернется в окошечко с надписью наименования выбранного поля. Ниже под окошечком появится маленькое окошечко в виде квадрата, а справа от него надпись ***для корректировки – активизируйте меня***. Еще ниже появится кнопка ***Смотрите поле***;
4. Если у Вас кроме желания посмотреть сведения о выбранном поле имеются намерения по изменению значений характеристик поля, то наведите курсор на квадратик и щелкните мышкой. Далее не зависимо от вида просмотра нажмите на кнопку ***Смотрите поле***. В результате этого действия в центральной части формы активизируется кнопка ***Далее>>***, в окошечке над кнопкой появятся наименование выбранного поля и год заполнения, а на нижней панельке сообщение в двух вариантах: если квадратик активизирован, то ***Идет просмотр и корректировка поля «имя выбранного поля»***. ***Нажмите кнопку Далее>>*** (рис. 2.3.2.2), иначе это сообщение дополняется предупреждением ***Корректировка данных не должна проводиться***;
5. Нажмите на активную кнопку ***Далее>>***. В результате этого действия откроется уже известная Вам форма ***Начало ввода данных по полю – «имя выбранного поля»*** с введенными значениями характеристик выбранного поля. Выполните действия в соответствии с заданным режимом просмотра, а именно: только просмотр, просмотр и измене-

ние значений таблиц или списков;

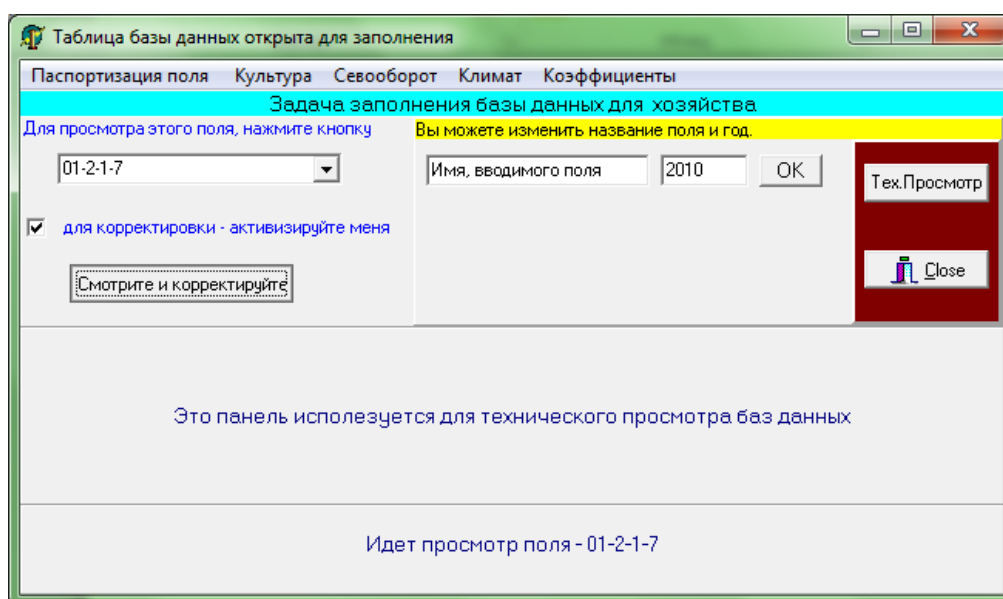


Рисунок 2.3.2.2. Вид формы для просмотра и корректировки

6. Нажмите на кнопку **Продолжение**. В результате этого действия снова откроется главная форма программы и на ней будут активны кнопки **Назад<<** и **Далее>>**. (рис. 2.2.3). Нажатие на кнопку **Назад<<** позволяет вернуться к предыдущей форме, а по нажатию на кнопку **Далее>>** осуществляется переход к следующей форме для продолжения просмотра;

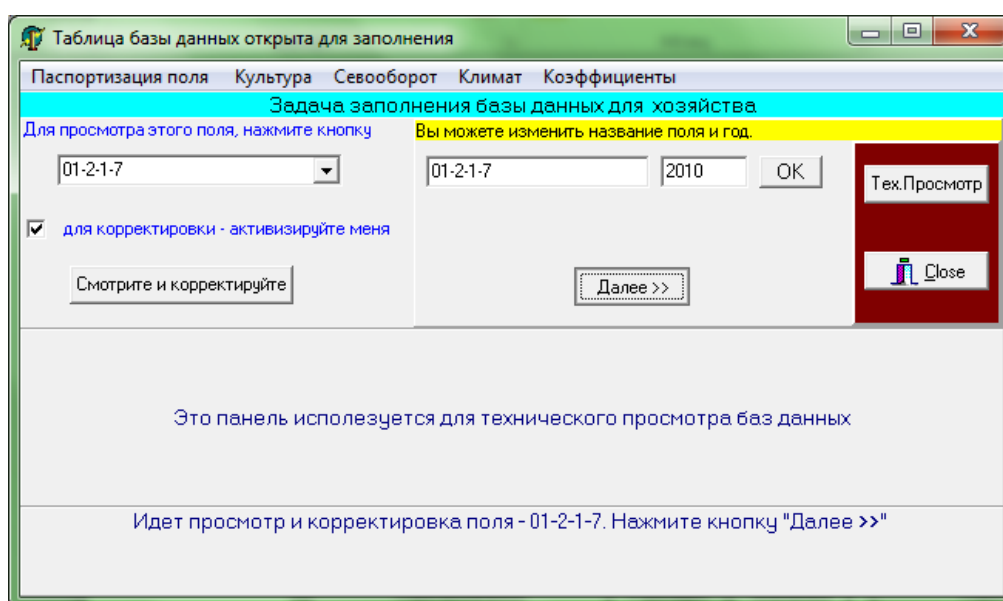


Рисунок 2.3.2.3. Иллюстрация кнопок продвижения по формам

7. Манипулируя нажатиями на кнопки **Назад**<< и **Далее**>>, Вы можете переходить от одной форме к другой, выполняя действия в соответствии с заданным режимом просмотра. Отметим, что при активизации режима *корректировка* на второй форме в правом нижнем углу появится кнопка **Сдвиг**. Если щелкнуть по этой кнопке мышкой, то данные в обеих таблицах продвинутся на один год, что дает возможность с меньшими затратами заменять данные в таблицах при изменении года (продвижении вперед) паспортизации поля. При щелчке по кнопке **Сдвиг** на форме так же появляется кнопка **Возврат**, щелчок по которой возвращает содержимое таблиц в исходное состояние (рис.2.3.2.4.А, 2.3.2.4.Б). Кроме того, после нажатия кнопки *Продолжение* в режиме просмотра с корректировкой данных на главной форме активизируется кнопка **Готово**;

Начало ввода данных для поля - 01-2-1-7

Метрические характеристики поля			Средние параметры почв		
Наименования	Размерн.	Значения	Наименования	Размерн.	Значения
Площадь поля	га	29	Кислотность (рН солевой)	рН	5.40
Длина гона	км	1.1	Гидролит. кислотность	мг-экв/100г	5.00
Удаление от склада ГСМ	км	4.2	Содержание гумуса	%	5.75
Удаление от склада урожая	км	5.6	Мощность гум. горизонта	см	70
Удаление от склада удобрений	км	5.1	Содерж. фосфора (по Чирикову)	мг/кг	99
Крутизна склонов	град	2	Содерж. калия (по Чирикову)	мг/кг	104
Плотность сложения	г/куб.см	1.1	Содерж. азота (по Корндфильду)	мг/кг	195
Экспозиция склонов (сев./южн.)	-	сев.	Сумма поглощенных оснований	мг-экв/100г	27.40
			Насыщенность основаниями	%	85
			Бонитировочная оценка пашни	балл	73

Тип (подтип) почв: Черноземы типичные
 Степень эрозии почв: Незеродированные
 Мех. состав почвы ----> Тяжелосуглинистый

Вводите паспортные данные для поля - 01-2-1-7

Продолжение

Рисунок 2.3.2.4.А. Иллюстрация работы функции корректировки агро-экологических характеристик рабочего участка.

Продолжение ввода данных для поля - 01-2-1-7

Дозы внесения удобрений по годам (за 10 лет)						История поля за 10 лет		
Год\Вид	Орган., т/га	Извес., т/га	Азотные, кг/га	Фосфор., кг/га	Калийн., кг/га	Годы	Культура	Урожай, ц/га
2010	0	0	0	0	0	2010		
2009	0	0	17.45	0	0	2009	Ячмень	27.3
2008	0	0	0	0	0	2008	Горох	15.8
2007	0	0	17.45	0	0	2007	Ячмень	37
2006	0	0	0	0	0	2006		
2005	0	0	0	0	0	2005		
2004	0	0	0	0	0	2004		
2003	0	0	0	0	0	2003		
2002	0	0	0	0	0	2002		
2001	0	0	0	0	0	2001		

Сдвиг Шелчок по этой кнопке дает сдвиг в таблице удобрений на один год (влево)

Если все данные на этой странице заполнены, нажмите кнопку "Завершение"

Завершение

Выполняются действия по просмотру/ корректровке поля

Рисунок 2.3.2.4.Б. Иллюстрация работы функции корректировки агро-экологической истории рабочего участка.

8. Для записи в базу данных измененных значений характеристик поля нажмите на кнопку **Готово**. В нижней панельке на форме появится следующее сообщение об успешном завершении операции по записи в базу данных (рис. 2.3.2.5).

Таблица базы данных открыта для заполнения

Паспортизация поля Культура Севооборот Климат Коэффициенты

Задача заполнения базы данных для хозяйства

Для просмотра этого поля, нажмите кнопку

01-2-1-7

Вы можете изменить название поля и год.

01-2-1-7 2010 OK

☒ для корректировки - активизируйте меня

Смотрите и корректируйте

Назад << Далее >> Готово

Тех.Просмотр

Close

Это панель используется для технического просмотра баз данных

Идет просмотр и корректировка поля - 01-2-1-7. Нажмите кнопку "Далее >>"

Если корректировка завершена, нажмите кнопку "Готово"

Рисунок 2.3.2.5. Вид формы перед занесением данных в БД.

2.3.3. УДАЛЕНИЕ ИЗ БАЗЫ ДАННЫХ

Для удаления из базы данных поля хозяйства надо выполнить следующие действия (рис. 2.3.3.1):

1. Щелкните мышкой по меню *Паспортизация поля* и в открывшемся меню выберите команду *Удаление из базы данных*. На форме в левом верхнем углу появится этикетка *Выберите поле, подлежащее удалению*, а под ней окошечко с надписью *Удаление из БД*. Ниже под окошечком появится кнопка *Удалить*;

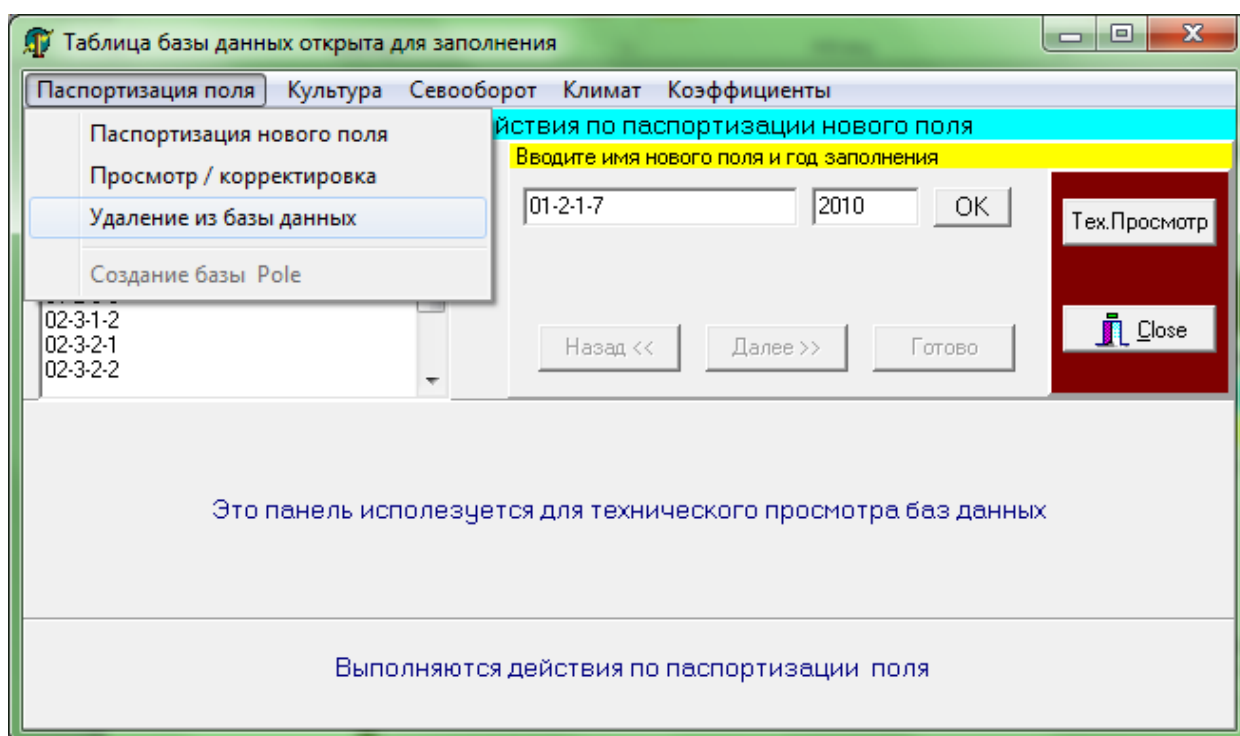


Рисунок 2.3.3.1. Вид формы для выбора данных на удаление.

2. Щелкните мышкой по стрелочке и выберите в открывшемся списке имен полей нужное Вам наименование поля, подведя к нему курсор и щелкнув мышкой. Список имен полей свернется в окошечко с надписью наименования выбранного для удаления поля. В нижней панельке на форме появится следующее сообщение:

Удалить поле «имя выбранного поля»?!. Если да, нажмите кнопку Удалить. Если нет – выполните любое доступное действие;

2. Для удаления из базы данных выбранного поля щелкните мышкой по кнопке **Удалить**. В нижней панельке на форме появится сообщение, свидетельствующее об удалении выбранного поля из базы данных.

Таблица базы данных открыта для заполнения

Паспортизация поля Культура Севооборот Климат Коэффициенты

Выполняются действия по паспортизации нового поля

Выберите поле, подлежащее удалению

Вводите имя нового поля и год заполнения

03-3-6-4

01-2-1-7 2010

Удалить

Тех.Просмотр

Close

Это панель используется для технического просмотра баз данных

Удалить поле - 03-3-6-4!?

Если да, нажмите кнопку "Удалить". Нет - выполняйте любое доступное действие.

Рисунок 2.3.3.2. Вид формы по удалению данных из БД.



Контрольные вопросы и задания

1. Из каких разделов состоит агроэкологическая база данных по полям и рабочим участкам хозяйства?
2. Что собой представляет современная система функционально-экологической оценки почв?
3. Что обеспечивает наилучшие условия для практического использования результатов оценки качества земель?
4. Что обеспечивает информационную основу агроэкологической оценки земель по рекомендациям ФАО?
5. Разобрать практические упражнения по работе с базой данных!



Модуль 2.4. Агроэкологическая паспортизация севооборотов и сельскохозяйственных культур, выращиваемых в хозяйстве

Вы будете изучать

- Базы данных основных параметров по возделываемым в хозяйстве сельскохозяйственным культурам в программе ЛИССОЗ
- Базы данных севооборотов в программе ЛИССОЗ
- Основные действия, выполняемые с этими базами данных
- Возможности их редактирования

Цели модуля

- Дать представление о базе данных основных параметров по возделываемым в хозяйстве сельскохозяйственным культурам в программе ЛИССОЗ
- Дать представление о базе данных севооборотов в программе ЛИССОЗ
- Рассмотреть основные действия, выполняемые с этими базами данных
- Обсудить возможности их редактирования

После изучения модуля вы сможете

- Работать с базами данных севооборотов и основных параметров по возделываемым в хозяйстве сельскохозяйственным культурам в программе ЛИССОЗ
- Редактировать базы данных севооборотов и основных параметров по возделываемым в хозяйстве сельскохозяйственным культурам в программе ЛИССОЗ



Основная литература

1. Методика агроэкологической типизации земель в агроландшафте (под ред. И.И. Васенева) – М.: Россельхозакадемия, 2004. – 80 с.



Дополнительная литература

1. Агроэкологическая оценка земель, проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий (под ред. В.И. Кирюшина и А.Л. Иванова). – М.: Росинформагротех, 2005. - 783 с.



Ключевые слова

Агроэкологическая оценка земель,
Агроэкологические требования культур,
Базы данных севооборотов,
Экспертные информационные системы,
Модели оценки земель,
Параметры оценки,
Справочные базы данных,
ЛИССОЗ.

2.4.1. БАЗА ДАННЫХ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ПО ВОЗДЕЛЫВАЕМЫМ В ХОЗЯЙСТВЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫМ КУЛЬТУРАМ

В состав параметров базы данных по каждой возделываемой в хозяйстве сельскохозяйственной (с/х) культуре входят:

- название культуры;
- ее период вегетации и фазы развития (даты: начало – конец);
- калорийность культур, коэффициенты водопотребления;
- сумма частей в отношении основной продукции к побочной;
- стандартная влажность культуры по ГОСТу...
- нормативы окупаемости агрохимических показателей основных подтипов почв;
- коэффициенты снижения урожайности культуры при ее выращивании на эродированных почвах;
- стандартная влажность культуры по ГОСТу...

Для осуществления работы с данной базой данных (создания новых объектов–возделываемых в хозяйстве с/х культур, просмотра и корректировки значений параметров уже занесенной в БД с/х культуры, удаления ненужных объектов) надо запустить программу BD_ORPX.exe, как это описано выше, и воспользоваться меню **Культура**. Меню **Культура** содержит три активные команды **Заполнение таблицы общих сведений на культуру**, **Просмотр и корректировка таблицы сведений о с/х культуре**, **Удаление с/х культуры из базы данных**, которые обеспечивают все необходимые действия по заполнению и обновлению базы данных основных параметров возделываемых в хозяйстве с/х культур (рис. 2.4.1.1).

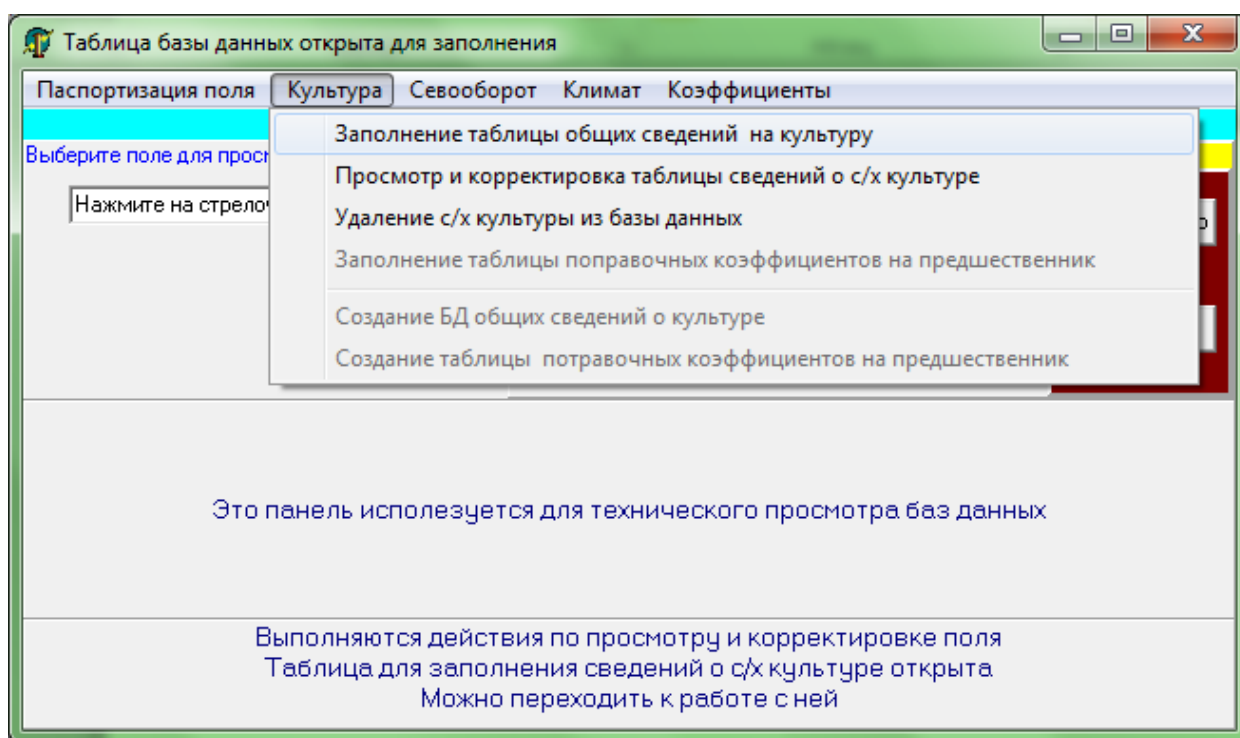


Рисунок 2.4.1.1. Команды меню “Культура”

Заполнение таблицы общих сведений на культуру.

Для занесения в базу данных сведений о новой возделываемой в хозяйстве с/х культуре надо выполнить следующие действия:

1. Щелкните мышкой по меню **Культура** и в открывшемся меню выберите команду **Заполнение таблицы общих сведений на культуру**. В результате этого действия откроется следующая форма **Характеристики с/х культуры**. На этой единственной форме представлены три панели содержащие окошечки и таблицы для заполнения сведений о с/х культуре, в том числе окошечко с надписью **Список с/х культур в БД** в верхней части панельки зеленого цвета (рис. 2.4.1.2);
2. Щелкните мышкой по стрелочке в окошечко с надписью **Список с/х культур в БД** и проанализируйте в открывшемся списке имена с/х культур, сведения о которых уже занесены в базу данных;

Характеристики с/х культуры

Выберите из списка название с/х культуры
 Список с/х культур в БД

Выберите с/х культуру для заполнения

Определите эту культуру к какой либо группе --> Выберите группу

Внимание! Если в списке нет нужной Вам культуры, наберите новое название, нажмите кнопку "ОК", затем повторите выбор из списка

Название новой культуры

Периоды вегетации {1,2} начало конец
 количество

номер-->	день	месяц	день	месяц
весна				
осень				

Полевые коэффициенты

Коэффициент водопотребления, мм га/ц	
Калорийность с/х культуры, ккал/кг	
Сумма частей основной и побочной продукции	
Стандартная влажность с/х культуры, %	

Нормативы окупаемости с/х показателей ц на 1 мг/кг значения показателя

Тип почвы	азот	фосфор	калий
Св. серые и серые лесные			
Темные лесные, Черноземы оподзоленные			
Черноземы выщелоченные и типичные			

Коэффициенты окупаемости плодородия почв относительно доминирующего типа почвы в регионе

Плодородие почвы	азот	фосфор	калий
Низкий уровень плодородия N100, P20, K20			
Средний уровень плодородия N150, P75, K60			
Высокий уровень плодородия N200, P200, K180			

Коэффициенты использования NPK

Название коэффициента	азот	фосфор	калий
Вынос NPK с урожаем, кг/ц			
Использование NPK из орг. удобр. в 1 год			
Использование NPK из орг. удобр. во 2 год			
Использование NPK из мин. удобр. в 1 год			
Использование NPK из мин. удобр. во 2 год			

Внимание! Разделителем при заполнении является "точка"

Рис. 2.4.1.2. Вид формы для занесения характеристик с/х культуры в БД

- Далее щелкните мышкой по стрелочке в окошечко с надписью **Выберите с/х культуру для заполнения** и в открывшемся списке выберите нужное Вам наименование с/х культуры, подведя к нему курсор и щелкнув мышкой. Список имен полей свернется в окошечко с надписью наименования выбранной для заполнения с/х культурой (рис. 2.4.1.3). Если в списке не окажется наименования нужной Вам с/х культуры, (что возможно, так как в список занесены наименования только основных культур, возделываемых в центральном черноземном регионе), то наберите в ниже расположенном окошечке новое название, нажмите кнопку **ОК**, и затем повторите выбор с/х культуры из списка. Действия, описанные в этом пункте, подробно изложены на форме;

4. После выбора с/х культуры необходимо отнести ее к какой либо группе культур. Для этого щелкните мышкой по стрелочке в окошечко с надписью **Выберите группу** и в открывшемся списке выберите соответствующее с/х культуре наименование группы (рис. 2.4.1.3), подведя к нему курсор и щелкнув мышкой. На этом все действия по выбору с/х культуры завершены и можно переходить к вводу значений основных показателей;

Характеристики с/х культуры

Выберите из списка название с/х культуры
 Список с/х культур в БД
 Выберите с/х культуру для заполнения
 Определите эту культуру к какой либо группе --> Выберите группу
 Внимание! Если в списке нет нужной Вам культуры, наберите новое название, нажмите кнопку "OK", затем повторите выбор из списка
 Название новой культуры
 OK

Периоды вегетации {1,2} начало конец
 количество
 1
 номер-> день месяц день месяц
 весна
 осень

Полевые коэффициенты

Коэффициент водопотребления, мм га/ц	
Калорийность с/х культуры, ккал/кг	
Сумма частей основной и побочной продукции	
Стандартная влажность с/х культуры, %	

Нормативы окупаемости с/х показателей
 ц на 1 мг/кг значения показателя

Тип почвы	азот	фосфор	калий
Св. серые и серые лесные			
Темные лесные, Черноземы оподзоленные			
Черноземы выщелоченные и типичные			

Коэффициенты окупаемости плодородия почв относительно доминирующего типа почвы в регионе

Плодородие почвы	азот	фосфор	калий
Низкий уровень плодородия N100, P20, K20			
Средний уровень плодородия N150, P75, K60			
Высокий уровень плодородия N200, P200, K180			

Коэффициенты использования NPK

Название коэффициента	азот	фосфор	калий
Вынос NPK с урожаем, кг/ц			
Использование NPK из орг. удобр. в 1 год			
Использование NPK из орг. удобр. во 2 год			
Использование NPK из мин. удобр. в 1 год			
Использование NPK из мин. удобр. во 2 год			

Внимание! Разделителем при заполнении является "точка"

Выполнить Close

Характеристики с/х культуры

Выберите из списка название с/х культуры
 Список с/х культур в БД
 Выберите с/х культуру для заполнения
 Определите эту культуру к какой либо группе --> Выберите группу
 Внимание! Если в списке нет нужной Вам культуры, наберите новое название, нажмите кнопку "OK", затем повторите выбор из списка
 Название новой культуры
 OK

Периоды вегетации {1,2} начало конец
 количество
 1
 номер-> день месяц день месяц
 весна
 осень

Полевые коэффициенты

Коэффициент водопотребления, мм га/ц	
Калорийность с/х культуры, ккал/кг	
Сумма частей основной и побочной продукции	
Стандартная влажность с/х культуры, %	

Нормативы окупаемости с/х показателей
 ц на 1 мг/кг значения показателя

Тип почвы	азот	фосфор	калий
Св. серые и серые лесные			
Темные лесные, Черноземы оподзоленные			
Черноземы выщелоченные и типичные			

Коэффициенты окупаемости плодородия почв относительно доминирующего типа почвы в регионе

Плодородие почвы	азот	фосфор	калий
Низкий уровень плодородия N100, P20, K20			
Средний уровень плодородия N150, P75, K60			
Высокий уровень плодородия N200, P200, K180			

Коэффициенты использования NPK

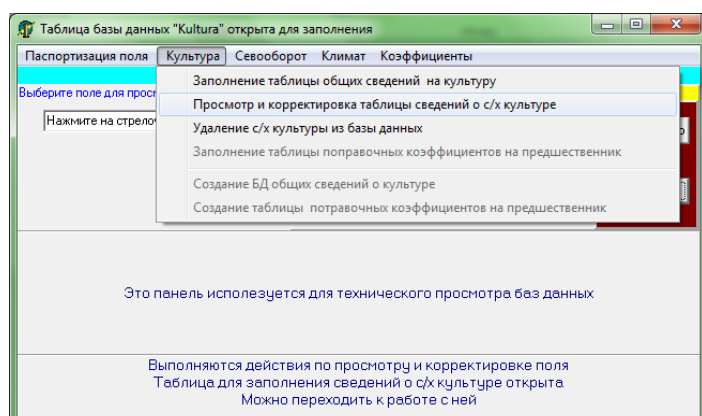
Название коэффициента	азот	фосфор	калий
Вынос NPK с урожаем, кг/ц			
Использование NPK из орг. удобр. в 1 год			
Использование NPK из орг. удобр. во 2 год			
Использование NPK из мин. удобр. в 1 год			
Использование NPK из мин. удобр. во 2 год			

Внимание! Разделителем при заполнении является "точка"

Выполнить Close

Рисунок 2.4.1.3. Иллюстрация выбора наименований с/х культуры и группы культур, к которой она относится

5. Для ввода сведений о периодах вегетации выбранной культуры надо: в маленький квадратик, расположенный ниже панели зеленого цвета, ввести с клавиатуры соответствующее культуре количество периодов вегетации {1,2}, и ввести в таблицу справа данные (номер дня и номер месяца) начала и окончания периода вегетации;
6. Заполнение остальных сведений осуществляется вводом с клавиатуры значений параметров, в соответствии со смысловым значением (названием) параметров и их размерностями, в ячейки следующих таблиц: *Полевые коэффициенты*; *Нормативы окупаемости с/х показателей...*; *Коэффициенты окупаемости плодородия почв относительно доминирующего типа почвы в регионе*; *Коэффициенты использования NPK* (рис. 2.4.1.4, 2.4.1.5),



Характеристики с/х культуры

Выберите из списка с/х культуру для просмотра
 Выберите с/х культуру для просмотра
 Выберите с/х культуру для заполнения

Определите эту культуру к какой либо группе --> Выберите группу

Внимание! Если в списке нет нужной Вам культуры, наберите новое название, нажмите кнопку "OK", затем повторите выбор из списка

Название новой культуры

Периоды вегетации {1,2} начало конец

количество	номер-->	день	месяц	день	месяц
1	весна				
	осень				

Полевые коэффициенты

Коэффициент	единица измерения
Коэффициент водопотребления	мм га/ц
Калорийность с/х культуры	ккал/кг
Сумма частей основной и побочной продукции	
Стандартная влажность с/х культуры	%

Нормативы окупаемости с/х показателей ц на 1 мг/кг значения показателя

Тип почвы	азот	фосфор	калий
Св. серые и серые лесные			
Темные лесные, Черноземы оподзоленные			
Черноземы выщелоченные и типичные			

Коэффициенты окупаемости плодородия почв относительно доминирующего типа почвы в регионе

Плодородие почвы	азот	фосфор	калий
Низкий уровень плодородия N100, P20, K20			
Средний уровень плодородия N150, P75, K60			
Высокий уровень плодородия N200, P200, K180			

Коэффициенты использования NPK

Название коэффициента	азот	фосфор	калий
Вынос NPK с урожаем, кг/ц			
Использование NPK из орг. удобр. в 1 год			
Использование NPK из орг. удобр. во 2 год			
Использование NPK из мин. удобр. в 1 год			
Использование NPK из мин. удобр. во 2 год			

Внимание! Разделителем при заполнении является "точка"

Выполнить Close

Рис. 2.4.1.4. Вид формы при занесении всех характеристик с/х культуры

Характеристики с/х культуры

Выберите из списка с/х культуру для просмотра
Сахарная свекла

Выберите с/х культуру для заполнения

Определите эту культуру к какой либо группе --> Выберите группу

Внимание! Если в списке нет нужной Вам культуры, наберите новое название, нажмите кнопку "OK", затем повторите выбор из списка

Название новой культуры OK

Смотрите и коррект. параметры СХК -Сахарная свекла

Периоды вегетации {1,2} начало конец

количество 1

номер-->	день	месяц	день	месяц
весна	25	4	15	9
осень				

Полевые коэффициенты

Коэффициент водопотребления, мм га/ц	260
Калорийность с/х культуры, ккал/кг	4450
Сумма частей основной и побочной продукции	1.7
Стандартная влажность с/х культуры, %	80

Нормативы окупаемости с/х показателей ц на 1 мг/кг значения показателя

Тип почвы	азот	фосфор	калий
Св. серые и серые лесные	1.23	1.40	1.30
Темные лесные, Черноземы оподзоленные	1.40	1.50	1.53
Черноземы выщелоченные и типичные	1.58	1.59	1.76

Коэффициенты окупаемости плодородия почв относительно доминирующего типа почвы в регионе

Плодородие почвы	азот	фосфор	калий
Низкий уровень плодор. N100, P20, K20	1.0	1.0	1.0
Средний уровень плодор. N150, P75, K60	1.0	1.0	1.0
Высокий уровень плодор. N200, P200, K180	1.0	1.0	1.0

Коэффициенты использования NPK

Название коэффициента	азот	фосфор	калий
Вынос NPK с урожаем, кг/ц	0.59	0.17	0.68
Использование NPK из орг. удобр. в 1 год	0.23	0.28	0.55
Использование NPK из орг. удобр. во 2 год	0.17	0.13	0.13
Использование NPK из мин. удобр. в 1 год	0.50	0.18	0.50
Использование NPK из мин. удобр. во 2 год	0.07	0.13	0.13

Внимание! Разделителем при заполнении является "точка"

Выполнить Close

Рис. 2.4.1.5. Вид формы при занесении агроэкологических характеристик с/х культуры

- Если значения всех параметров определены (выбраны или занесены в таблицы), нажмите для записи этих сведений в БД нажмите кнопку **Выполнить**. Слева от этой кнопки на места этикетки **Внимание! Разделителем при заполнении является "точка"** появится сообщение **Сведения о с/х культуре** – «имя культуры» занесены в базу данных;
- Для возврата в главную форму программы нажмите кнопку **Close**.

2.4.2. ПРОСМОТР И КОРРЕКТИРОВКА ТАБЛИЦЫ СВЕДЕНИЙ О СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУРАХ

Для просмотра и возможно изменения значений данных о возделываемой в хозяйстве с/х культуре, сведений о которой уже занесены в базу данных, надо выполнить следующие действия:

1. Щелкните мышкой по меню **Культура** и в открывшемся меню выберите команду. В результате этого действия откроется (рис. 2.4.2.1) знакомая Вам форма **Характеристики с/х культуры**;

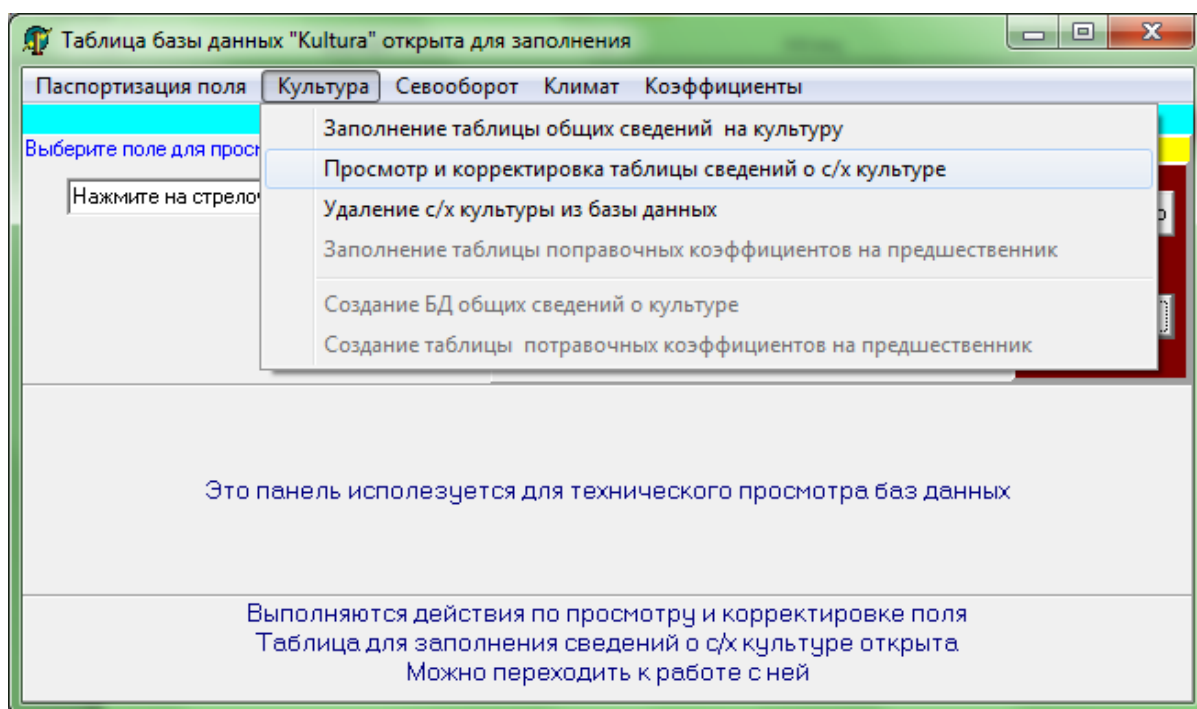


Рис. 2.4.2.1. Вид формы для выбора культуры для просмотра и корректировки агроэкологических характеристик с/х культуры

2. Щелкните мышкой по стрелочке в окошечке с надписью **Выберите с/х культуру для просмотра** и в открывшемся списке имен с/х культур, сведения о которых уже занесены в базу данных выберите нужную Вам с/х культуру, щелкнув по ней мышкой. В результате этого действия таблицы на форме заполнятся значениями соответствующих им данных (рис. 2.4.2.2);
3. Выполните необходимые Вам действия, если это необходимо, по изменению значений данных в таблицах с учетом выполнения требований о разделителе целой и дробной частей и после этого нажмите на кнопку **Выполнить**. При этом вместо предупреждения о разделителе появится сообщение **Сведения о с/х культуре** – «имя выбранной культуры» **занесены в базу данных**, которое свидетельствует об успешной замене информации в БД;

4. Для возврата в главную форму программы нажмите кнопку **Close**.

Характеристики с/х культуры

Выберите из списка с/х культуру для просмотра
 Выберите с/х культуру для просмотра:

Выберите с/х культуру для заполнения:

Определите эту культуру к какой либо группе --> Выберите группу:

Внимание! Если в списке нет нужной Вам культуры, наберите новое название, нажмите кнопку "OK", затем повторите выбор из списка

Название новой культуры:

Периоды вегетации {1,2} начало конец
 количество:

номер-->	день	месяц	день	месяц
весна				
осень				

Полевые коэффициенты

Коэффициент водопотребления, мм га/ц	
Калорийность с/х культуры, ккал/кг	
Сумма частей основной и побочной продукции	
Стандартная влажность с/х культуры, %	

Нормативы окупаемости с/х показателей ц на 1 мг/кг значения показателя

Тип почвы	азот	фосфор	калий
Св. серые и серые лесные			
Темные лесные, Черноземы оподзоленные			
Черноземы выщелоченные и типичные			

Коэффициенты окупаемости плодородия почв относительно доминирующего типа почвы в регионе

Плодородие почвы	азот	фосфор	калий
Низкий уровень плодородия. N100, P20, K20			
Средний уровень плодородия. N150, P75, K60			
Высокий уровень плодородия. N200, P200, K180			

Коэффициенты использования NPK

Название коэффициента	азот	фосфор	калий
Вынос NPK с урожаем, кг/ц			
Использование NPK из орг. удобр. в 1 год			
Использование NPK из орг. удобр. во 2 год			
Использование NPK из мин. удобр. в 1 год			
Использование NPK из мин. удобр. во 2 год			

Внимание! Разделителем при заполнении является "точка"

Характеристики с/х культуры

Выберите из списка с/х культуру для просмотра
 Сахарная свекла

Выберите с/х культуру для заполнения:

Определите эту культуру к какой либо группе --> Выберите группу:

Внимание! Если в списке нет нужной Вам культуры, наберите новое название, нажмите кнопку "OK", затем повторите выбор из списка

Название новой культуры:

Смотрите и коррект. параметры СХК -Сахарная свекла

Периоды вегетации {1,2} начало конец
 количество:

номер-->	день	месяц	день	месяц
весна	25	4	15	9
осень				

Полевые коэффициенты

Коэффициент водопотребления, мм га/ц	260
Калорийность с/х культуры, ккал/кг	4450
Сумма частей основной и побочной продукции	1.7
Стандартная влажность с/х культуры, %	80

Нормативы окупаемости с/х показателей ц на 1 мг/кг значения показателя

Тип почвы	азот	фосфор	калий
Св. серые и серые лесные	1.23	1.40	1.30
Темные лесные, Черноземы оподзоленные	1.40	1.50	1.53
Черноземы выщелоченные и типичные	1.58	1.59	1.76

Коэффициенты окупаемости плодородия почв относительно доминирующего типа почвы в регионе

Плодородие почвы	азот	фосфор	калий
Низкий уровень плодородия. N100, P20, K20	1.0	1.0	1.0
Средний уровень плодородия. N150, P75, K60	1.0	1.0	1.0
Высокий уровень плодородия. N200, P200, K180	1.0	1.0	1.0

Коэффициенты использования NPK

Название коэффициента	азот	фосфор	калий
Вынос NPK с урожаем, кг/ц	0.59	0.17	0.68
Использование NPK из орг. удобр. в 1 год	0.23	0.28	0.55
Использование NPK из орг. удобр. во 2 год	0.17	0.13	0.13
Использование NPK из мин. удобр. в 1 год	0.50	0.18	0.50
Использование NPK из мин. удобр. во 2 год	0.07	0.13	0.13

Внимание! Разделителем при заполнении является "точка"

Рис. 2.4.2.2. Вид формы для просмотра и корректировки агроэкологических характеристик с/х культуры

Удаление из базы данных.

Для удаления из базы данных общих сведений о с/х культуре надо выполнить следующие действия:

1. Щелкните мышкой по меню **Культура** и в открывшемся меню выберите команду **Удаление с/х культуры из базы данных**. На форме в левом верхнем углу появится этикетка **Выберите с/х культуру, подлежащую удалению**, а под ней окошечко с надписью **Удаление с/х культуры**. Рядом справа от окошечка появится кнопка **Удалить**;
2. Щелкните мышкой по стрелочке и выберите в открывшемся списке имен занесенных в БД с/х культур нужное Вам наименование с/х культуры, подведя к нему курсор и щелкнув мышкой. Список имен полей свернется в окошечко с надписью наименования выбранной для удаления с/х культуры. В нижней панельке на форме появится следующее сообщение:

С/х культура – «имя выбранной культуры» удалена из базы данных.
Нажмите кнопку Close.

Характеристики с/х культуры

Выберите с/х культуру, подлежащую удалению

Удаление с/х культуры ->

Выбор культуры:

Определение параметров культуры:

Смотрите и коррект. параметры СХК: Сахарная свекла

Периоды вегетации {1,2} начало конец

количество	номер-->	день	месяц	день	месяц
1	весна	25	4	15	9
	осень				

Полевые коэффиценты

Коэффициент водопотребления, мм га/ц	260
Калорийность с/х культуры, ккал/кг	4450
Сумма частей основной и побочной продукции	1.7
Стандартная влажность с/х культуры, %	80

Нормативы окупаемости с/х показателей
ц на 1 мг/кг значения показателя

Тип почвы	азот	фосфор	калий
Св. серые и серые лесные	1.23	1.40	1.30
Темные лесные, Черноземы оподзоленные	1.40	1.50	1.53
Черноземы выщелоченные и типичные	1.58	1.59	1.76

Кoeffициенты окупаемости плодородия почв относительно доминирующего типа почвы в регионе

Плодородие почвы	азот	фосфор	калий
Низкий уровень плодородия N100, P20, K20	1.0	1.0	1.0
Средний уровень плодородия N150, P75, K60	1.0	1.0	1.0
Высокий уровень плодородия N200, P200, K180	1.0	1.0	1.0

Кoeffициенты использования NPK

Название коэффицента	азот	фосфор	калий
Вынос NPK с урожаем, кг/ц	0.59	0.17	0.68
Использование NPK из орг. удобр. в 1 год	0.23	0.28	0.55
Использование NPK из орг. удобр. во 2 год	0.17	0.13	0.13
Использование NPK из мин. удобр. в 1 год	0.50	0.18	0.50
Использование NPK из мин. удобр. во 2 год	0.07	0.13	0.13

Внимание! Разделителем при заполнении является "точка"

Рис. 2.4.2.3. Вид формы для выбора культуры для удаления из БД

Выберите с/х культуру, подлежащую удалению

Ячмень

Выберите с/х культуру для заполнения

Определите эту культуру к какой либо группе --->

Внимание! Если в списке нет нужной Вам культуры, наберите новое название, нажмите кнопку "OK", затем повторите выбор из списка

Название новой культуры

Смотрите и коррект. параметры СХК -Ячмень

Периоды вегетации {1,2} начало конец

количество	номер-->	день	месяц	день	месяц
1	весна	20	4	31	7
	осень				

Полевые коэффициенты

Коэффициент водопотребления, мм га/ц	320
Калорийность с/х культуры, ккал/кг	4600
Сумма частей основной и побочной продукции	2.1
Стандартная влажность с/х культуры, %	14

Нормативы окупаемости с/х показателей ц на 1 мг/кг значения показателя

Тип почвы	азот	фосфор	калий
Св. серые и серые лесные	0.25	0.22	0.20
Темные лесные, Черноземы оподзоленные	0.27	0.24	0.22
Черноземы выщелоченные и типичные	0.30	0.26	0.25

Коэффициенты окупаемости плодородия почв относительно доминирующего типа почвы в регионе

Плодородие почвы	азот	фосфор	калий
Низкий уровень плодород. N100, P20, K20	0.23	1.35	1.4
Средний уровень плодород. N150, P75, K60	0.48	1.3	1.43
Высокий уровень плодород. N200, P200, K180	0.86	0.99	1.15

Коэффициенты использования NPK

Название коэффициента	азот	фосфор	калий
Вынос NPK с урожаем, кг/ц	2.60	1.10	2.10
Использование NPK из орг. удобр. в 1 год	0.23	0.28	0.55
Использование NPK из орг. удобр. во 2 год	0.17	0.13	0.13
Использование NPK из мин. удобр. в 1 год	0.50	0.18	0.50
Использование NPK из мин. удобр. во 2 год	0.07	0.13	0.13

С/Х культура - Ячмень удалена из базы данных. Нажмите кнопку "Close"

Рис. 2.4.2.4. Вид формы для удаления культуры из БД

2.4.3. БАЗА ДАННЫХ СЕВООБОРОТОВ

База данных севооборотов является типично справочной базой, в состав этой базы входят севообороты, присущие данному региону. Параметры анализируемых звеньев севооборота включают: наименование культуры предшественника, наименование культуры пред-предшественника и три списка наименований последующих культур (рис. 2.4.3.1).

Первый список содержит в порядке приоритета перечень наименований наиболее целесообразных для выращивания культур. Второй список содержит перечень культур, допустимых для выращивания. Третий список содержит перечень культур, недопустимых (с агроэкологической точки зрения) для выращивания по этим предшественникам.

В состав меню этой базы – **Севооборот** входят три активные команды **Формирование нового севооборота**, **Просмотр / корректировка севооборота**, **Удаление севооборота из базы данных**, которые обеспечивают все

необходимые действия по заполнению и обновлению базы данных основных севооборотов, присущих данному региону (рис. 2.4.3.2).

Формирование очередного севооборота

Предшественник: Озимая рожь

Предпредшественник: Чистый пар

Выберите приоритетную группу культур: Имя группы культур

Введите число кильчю в группе: 0

Ввод параметров

Целесообразные	Допустимые	Недопустимые
Сахарная свекла	Ячмень	нет
Картофель	Яровая пшеница	
Корм. корнеплоды	Озимая рожь	
Просо		
Гречиха		
Подсолнечник		
Кукуруза на зел.корм		
Кукуруза на силос		
Кукуруза на зерно		
Овес		

Выберите в порядке приоритета культуры

Название культуры

Ввод культуры

Если севооборот сформирован правильно нажмите: "Севооборот"

Севооборот

Осуществляется корректировка севооборота

Для возврата на предыдущую страницу нажмите кнопку -->

Рисунок 2.4.3.1. Иллюстрация состава БД севооборотов

Формирование нового севооборота.

Для занесения в базу данных справочных (рекомендательных) сведений о составе культур, входящих в списки о степени целесообразности возделывания с/х культур по конкретным культурам предшественникам и предпредшественникам, надо выполнить следующие действия:

1. Щелкните мышкой по меню **Севооборот** и в открывшемся меню выберите команду **Формирование нового севооборота**. В результате этого действия на главной форме в левом верхнем углу появится надпись **Список севооборотов в базе данных** и ниже под ним откроется список из двух столбцов содержащих наименования культуры предшественника и пред-предшественника, рекомендации по которым уже занесены в БД. Справа от этого списка появятся два окошечка с надписями в них **Предшественник** и **Предпредшественник**, а под ними кнопка **Ввод пред...** (рис. 2.4.3.3);

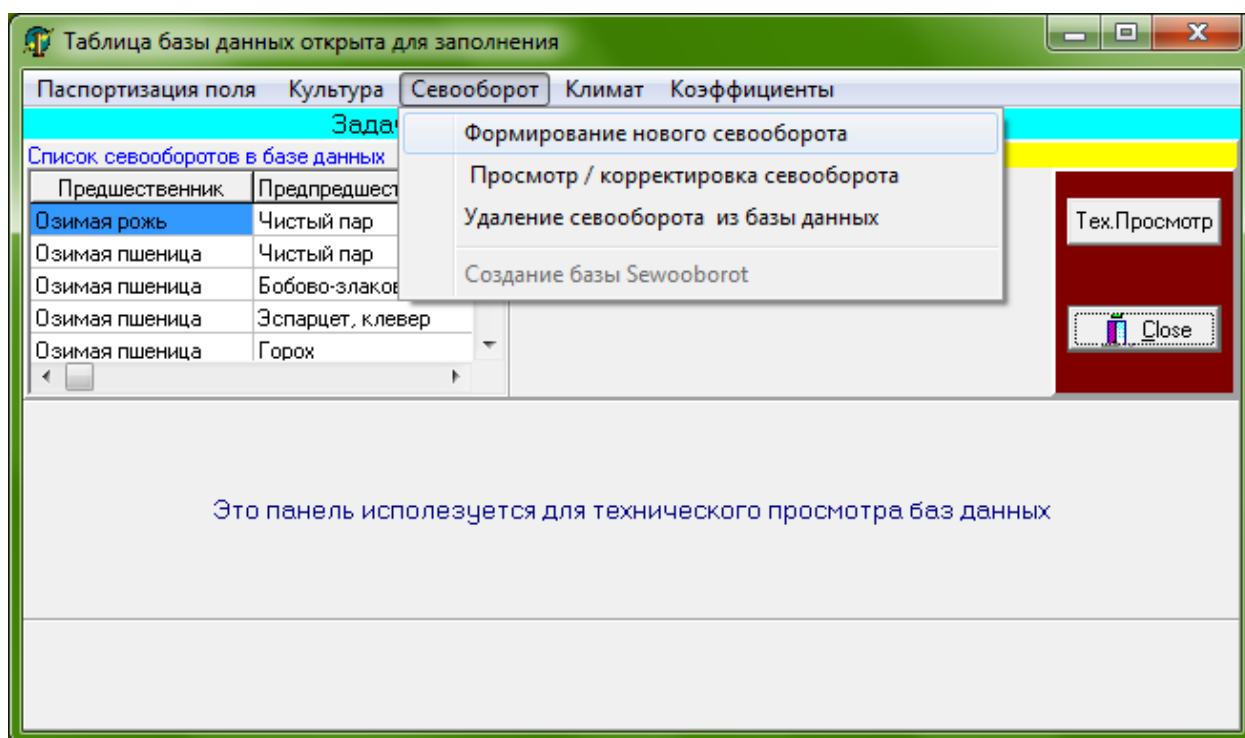


Рисунок 2.4.3.2. Команды меню “Севосборот”

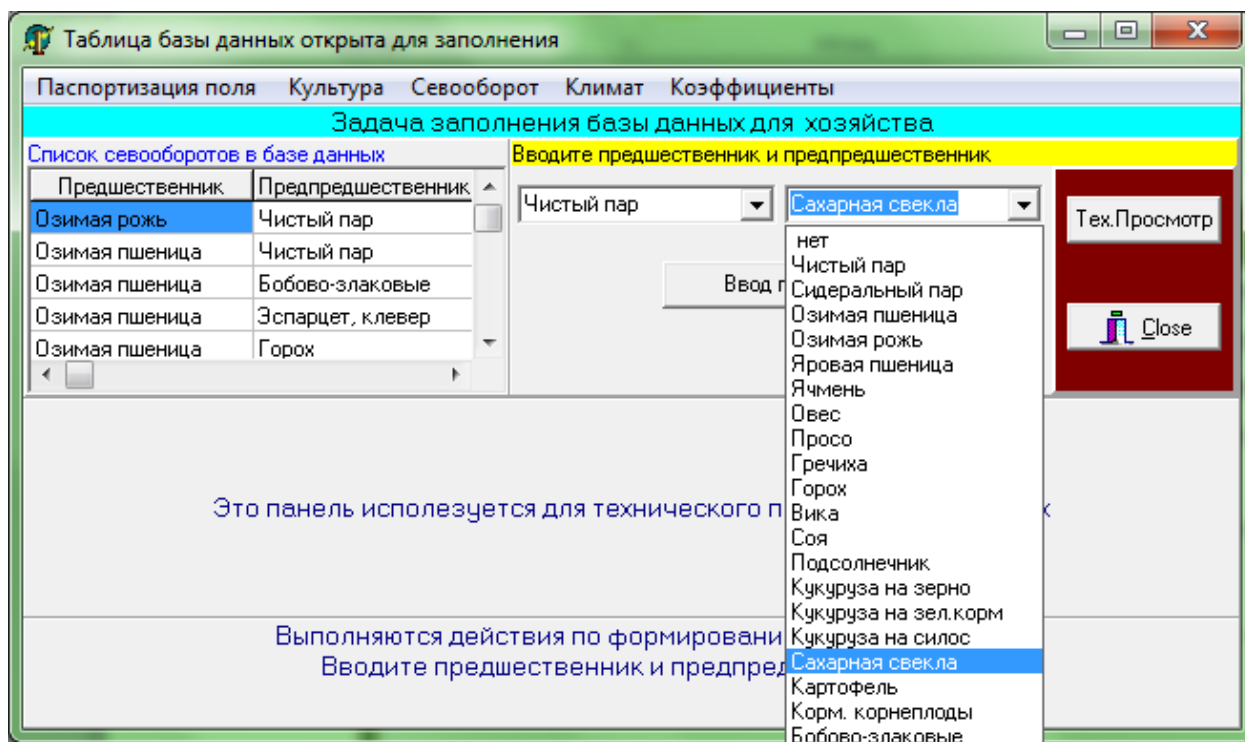


Рисунок 2.4.3.3. Форма создания нового севооборота

- Последовательно нажмите на стрелочки в этих окошечках и в открывающихся списках наименований культур выберите соответственно культуру предшественник и предпредшественник, например Озимая

пшеница и Чистый пар, после чего нажмите на кнопку **Ввод пред....**
 В результате этого действия откроется новая форма **Формирование очередного севооборота** (рис. 2.4.3.4).

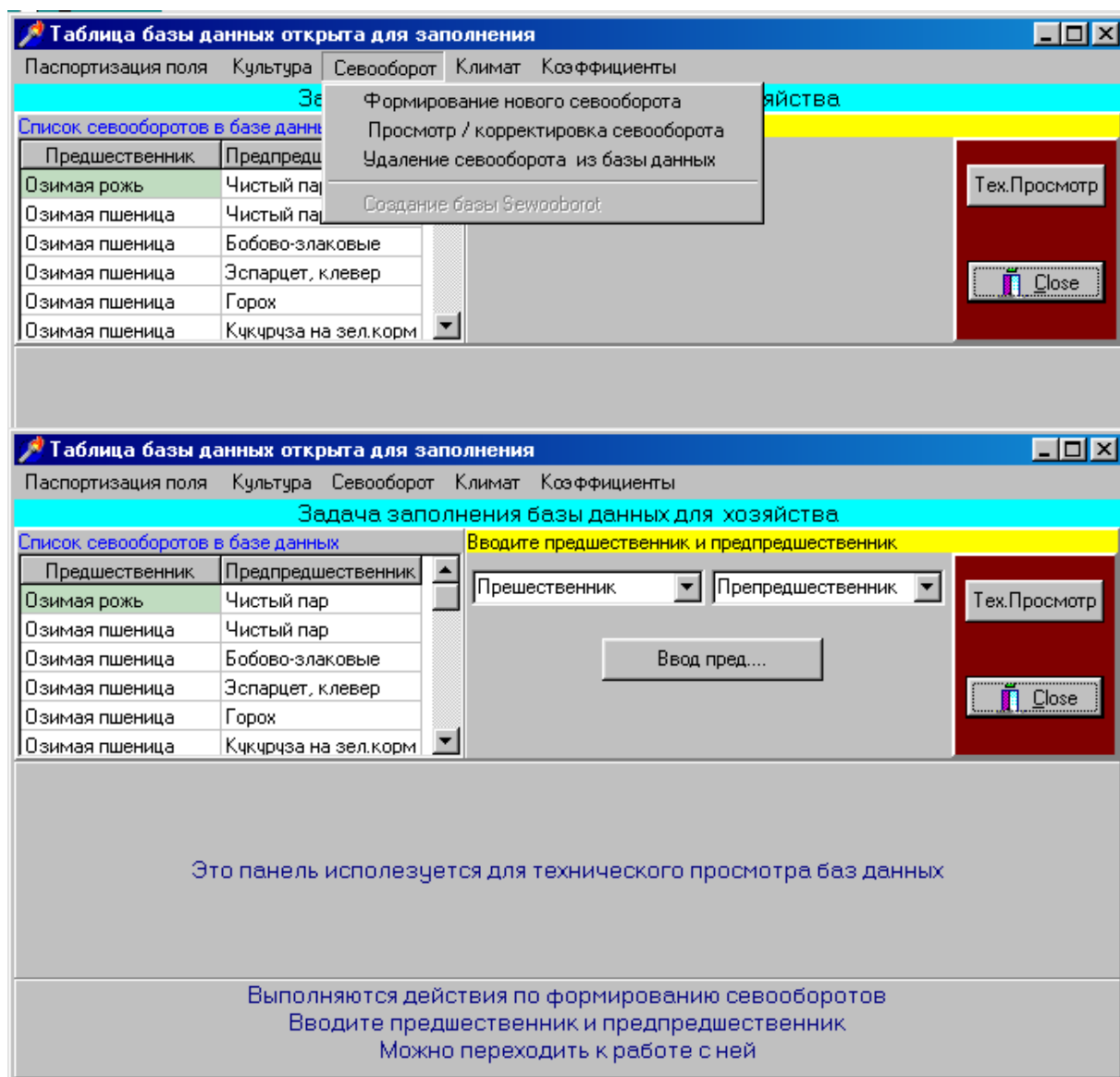


Рисунок 2.4.3.4. Форма заполнения данных нового севооборота

На этой форме в левом верхнем углу в двух окошечках выведены наименования выбранных Вами культур (в нашем примере это Озимая пшеница и Чистый пар), ниже на форме находятся: окошечко с именами групп культур, счетчик числа культур в группе и кнопка **Ввод параметров** (рис. 2.4.3.5), а еще ниже не заполненная таблица **Список культур формируемого севооборота**, состоящая из трех ко-

лонок: *целесообразные, допустимые, недопустимые*. В эти колонки надо вписать соответствующие списки наименований с/х культур, что делается в следующем порядке;

Рисунок 2.4.3.5. Форма заполнения базовых списков культур для формирования нового севооборота

3. Нажмите на стрелочку в окошечке с надписью *Имя группы культур* и в открывающемся списке (оптимальные, допустимые, недопустимые) щелкните на слово оптимальные (допустимые, (недопустимые));
4. Введите в маленьком окошечке (надпись – введите число культур в группе) число культур, которое Вы намереваетесь вписать в первой, (второй, (третьей)) колонках таблицы (для нашего примера 7-5-1). Это можно сделать, щелкая по стрелочке нужное число раз, либо вписать его вводом с клавиатуры;
5. Нажмите на кнопку **Ввод параметров** для числа культур в соответствующей группе. В результате этого действия в правой части формы под этикеткой *Выберите в порядке приоритета культуры* появится

сообщение *оптимальные (допустимые, (недопустимые))*, а ниже в окошечке со стрелочкой надпись **Выберите культуру № 1**;

6. Нажмите на стрелочку в этом окошечке и в открывающемся списке наименований с/х культур щелкните на нужном наименовании (рис. 2.4.3.6), после чего нажмите на кнопку **Ввод культуры**. При этом выбранное наименование с/х культуры занесется в соответствующую колонку таблицы *Список культур формируемого севооборота*, и увеличится на единицу номер в окошечке со стрелочкой;

Рисунок 2.4.3.6. Форма ввода культуры в базовые списки для формирования нового севооборота

7. Повторите действия пункта 6 пока не появится сообщение **←Переходите к следующей группе культур** (рис 2.4.3.7), которое свидетельствует что заданное Вами число культур (п.4) занесено в соответствующую колонку таблицы *Список культур формируемого севооборота*;

Формирование очередного севооборота

Предшественник: Озимая пшеница Предпредшественник: Чистый пар

Выберите приоритетную группу культур: оптимальные

Введите число культур в группе: 7 Ввод параметров

Выберите в порядке приоритета культуры: оптимальные

Горох

<- Переходите к следующей группе культур

Целесообразные	Допустимые	Недопустимые
Сахарная свекла		
Кукуруза на силос		
Картофель		
Корм. корнеплоды		
Просо		
Гречиха		
Горох		

Ввод культуры

Севооборот

Осуществляется формирование или просмотр севооборота.
Для возврата на предыдущую страницу нажмите кнопку -->

Close

Рис. 2.4.3.7. Вид формы после занесения ее в колонку «Целесообразные наименований всех с/х культур»

8. Повторите действия, описанные в пунктах 3 – 7, для остальных приоритетных групп пока не появятся ниже под кнопкой **Ввод культуры** сообщения *Если севооборот сформирован правильно, нажмите “Севооборот”*, *Иначе–повторите ввод ошибочной группы*, а кнопка **Севооборот** станет активной (рис. 2.4.3.8);

Формирование очередного севооборота

Предшественник: Озимая пшеница Предпредшественник: Чистый пар

Выберите приоритетную группу культур: недопустимые

Введите число культур в группе: 1 Ввод параметров

Выберите в порядке приоритета культуры: недопустимые

Подсолнечник

<- Переходите к следующей группе культур

Целесообразные	Допустимые	Недопустимые
Сахарная свекла	Овес	Подсолнечник
Кукуруза на силос	Ячмень	
Картофель	Яровая пшеница	
Корм. корнеплоды	Озимая рожь	
Просо	Озимая пшеница	
Гречиха		
Горох		

Ввод культуры

Если севооборот сформирован правильно, нажмите: "Севооборот" Севооборот

Иначе - повторите ввод ошибочной группы

Осуществляется формирование или просмотр севооборота.
Для возврата на предыдущую страницу нажмите кнопку -->

Close

Рис. 2.4.3.8. Результат занесения в таблицу наименований всех с/х культур по группам и приоритетам в группе

9. Внимательно просмотрите содержимое таблицы *Список культур формируемого севооборота* и выполните соответствующие ситуации действия. Нажмите на кнопку **Севооборот**, что бы занести сведений в базу данных, при этом сформированный севооборот будет подготовлен для записи в БД и произойдет автоматический возврат в главную форму программы (рис. 2.4.3.9).

Предшественник	Предпредшественник
Озимая рожь	Чистый пар
Озимая пшеница	Чистый пар
Озимая пшеница	Бобово-злаковые
Озимая пшеница	Эспарцет, клевер
Озимая пшеница	Горох
Озимая пшеница	Кккккккккк на зел.корм

Рис. 2.4.3.9. Вид основной формы для записи сформированного севооборота в базу данных

10. Для записи подготовленной информации о севообороте в базу данных нажмите на кнопку **Запись севооборота в БД**. В результате этого действия информация занесется в базу данных, а на нижней панелике формы появится сообщение:

Севооборот: *имя предшественника – имя предпредшественника записан в базу данных.* Данное сообщение свидетельствует об успешном завершении работы по формированию нового севооборота.

2.4.4. ПРОСМОТР/ КОРРЕКТИРОВКА СЕВООБОРОТА

Для просмотра базы данных и возможно корректировки справочных сведений о составе культур, входящих в списки о степени целесообразности возделывания с/х культур по конкретным культурам предшественникам и предпредшественникам, надо выполнить следующие действия:

1. Щелкните мышкой по меню **Севооборот** и в открывшемся меню выберите команду **Просмотр/корректировка севооборота**. В результате этого действия на главной форме в левом верхнем углу появится надпись **Выберите севооборотов для просмотра** и ниже под ним откроется список из двух столбцов содержащих наименования культуры предшественника и предпредшественника, рекомендации по которым уже занесены в БД (рис. 2.4.4.1);

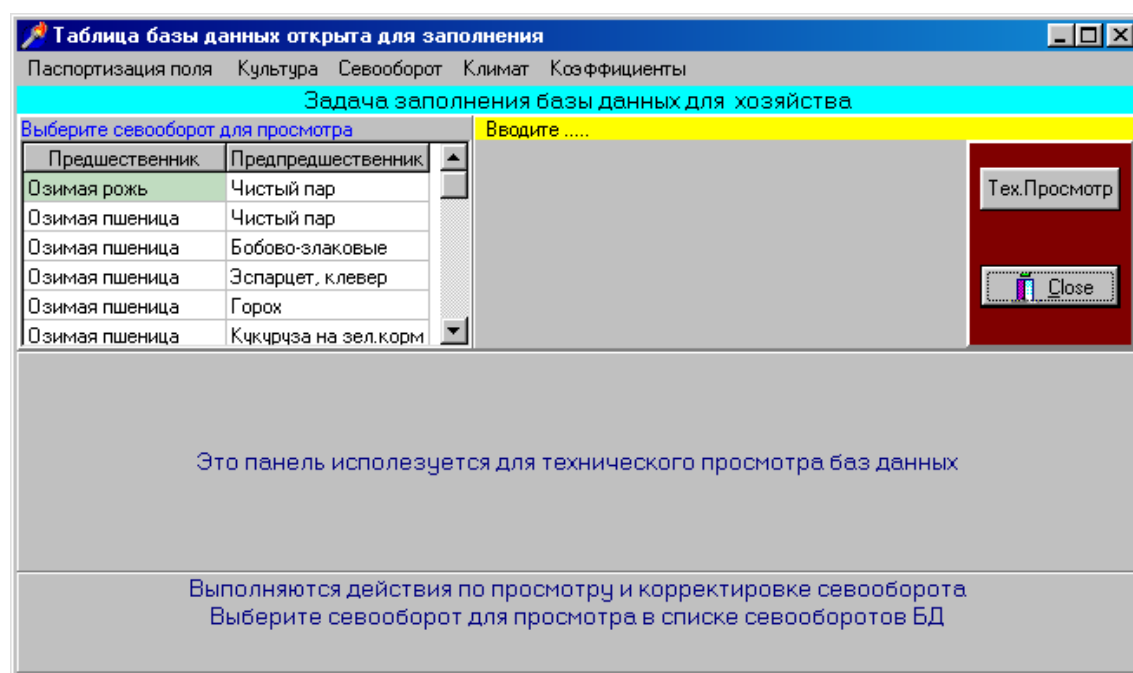


Рисунок 2.4.4.1. Вид основной формы для выбора севооборота из БД

2. Щелкните мышкой в этом списке на нужном наименовании культуры предшественника или предпредшественника. В результате этого действия на форме появится маленькое окошечко в виде квадрата и надпись **для корректировки – активизируйте меня**, а ниже кнопка **Смотрите сево-**

оборот; При этом в нижней панельке на форме появится следующее сообщение:

Смотрите севооборот: «название выбранного севооборота». Если надо при просмотре надо скорректировать выбранный севооборот, щелкните мышкой в квадратике с надписью “для корректировки – активизируйте меня” (рис. 2.4.4.2);

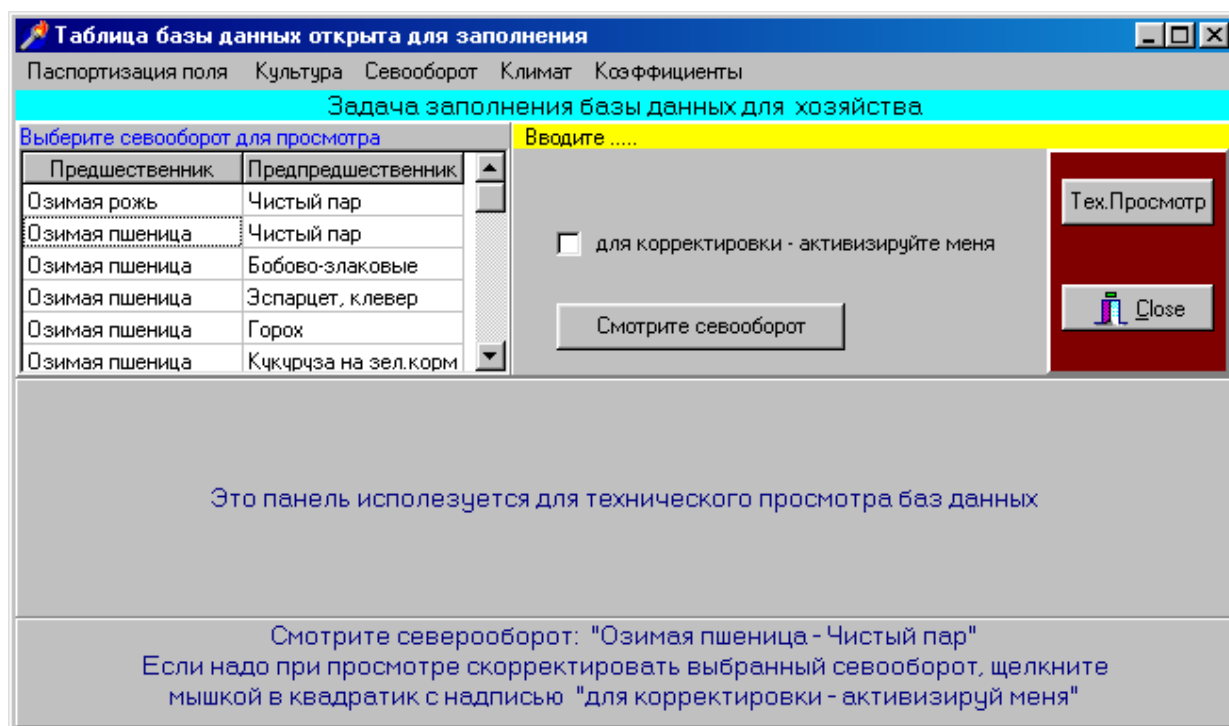


Рисунок 2.4.4.2. Вид основной формы при просмотре выбранного из БД севооборота

- Если у Вас кроме желания посмотреть сведения о выбранном севообороте имеются намерения по изменению наименований рекомендованных с/х культур, то наведите курсор на квадратик и щелкните мышкой. При этом выше активизированного квадратика появится надпись **Вы можете поменять предшественников** и знакомые уже два окошечка с наименованиями выбранных предшественника и пред предшественника, которые Вы можете заменить выбором из списка наименований с/х культур (рис. 2.4.4.3).

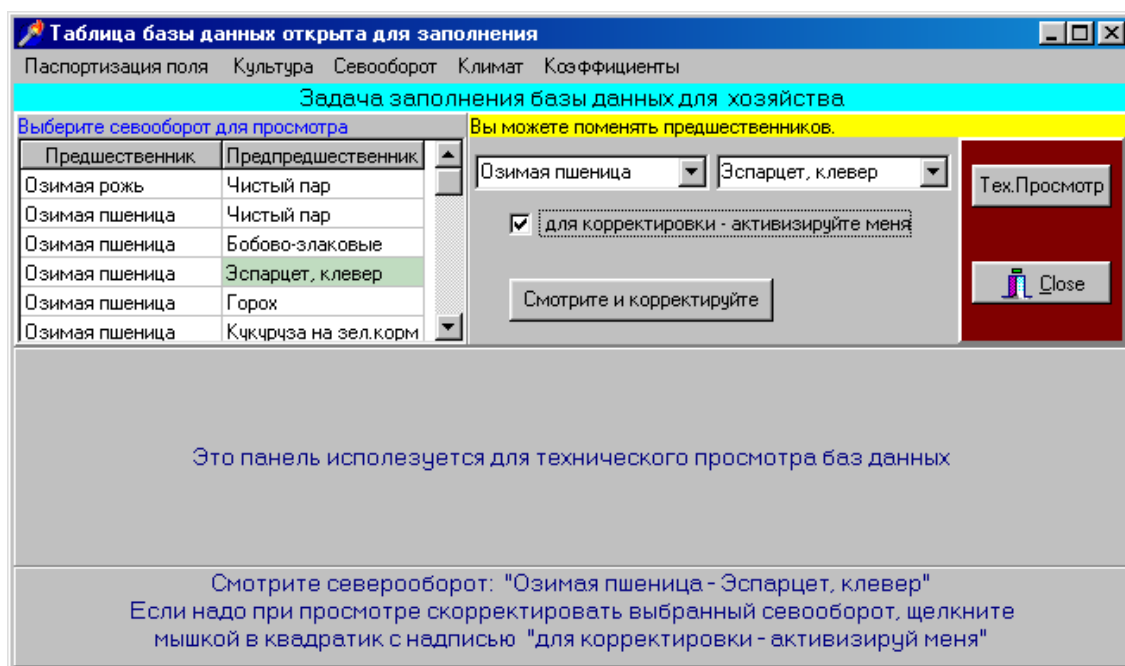


Рисунок 2.4.4.3. Вид основной формы при просмотре и корректировке выбранного из БД севооборота

4. Далее не зависимо от вида просмотра нажмите на кнопку **Смотрите севооборот**. В результате этого действия откроется форма представленная рисунком 2.4.4.4 при *просмотре* и рисунком 2.4.4.5 при *просмотре и корректировке*.

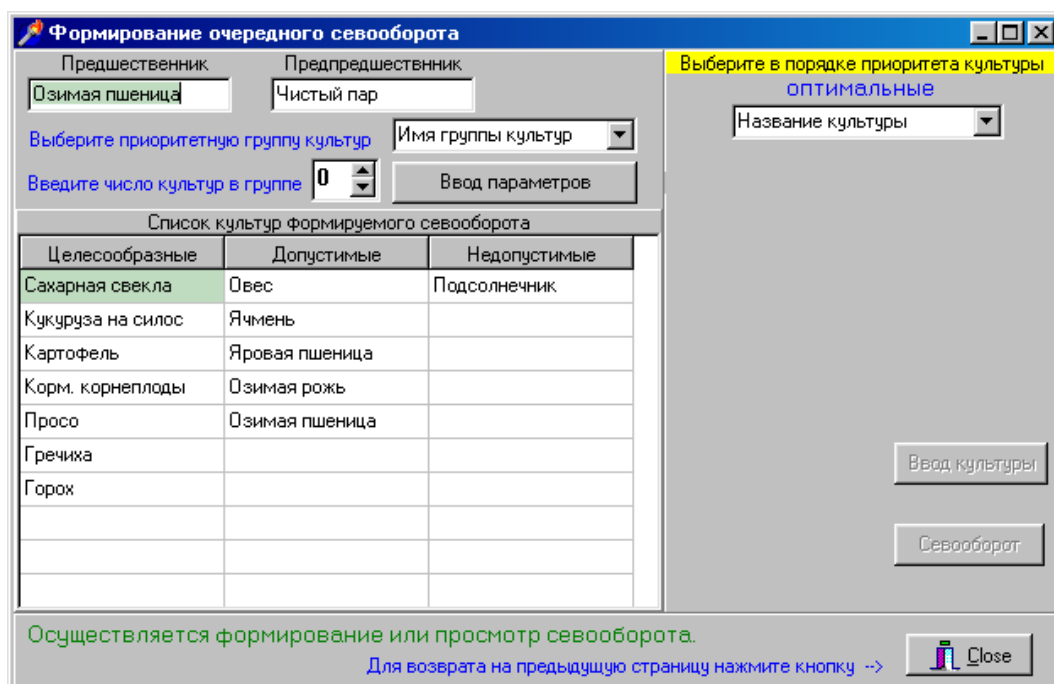


Рис. 2.4.4.4. Вид формы для просмотра выбранного из БД севооборота

5. При выборе режима только просмотр Ваши действия очевидны, а именно, просмотр и нажатие на кнопку **Close** для возврата в главную форму.

Формирование очередного севооборота

Предшественник: Озимая пшеница Предпредшественник: Эспарцет, клевер

Выберите приоритетную группу культур: Оптимальные Имя группы культур: [dropdown]

Введите число культур в группе: 0 Ввод параметров

Список культур формируемого севооборота

Целесообразные	Допустимые	Недопустимые
Сахарная свекла	Овес	нет
Картофель	Ячмень	
Подсолнечник	Яровая пшеница	
Корм. корнеплоды	Озимая рожь	
Кукуруза на силос	Озимая пшеница	
Кукуруза на зел.корм		
Гречиха		
Горох		
Соя		

Выберите в порядке приоритета культуры: [Название культуры dropdown]

Ввод культуры

Если севооборот сформирован правильно, нажмите: "Севооборот" Севооборот

Осуществляется корректировка севооборота

Для возврата на предыдущую страницу нажмите кнопку --> Close

Рисунок 2.4.4.5. Вид формы для корректировки выбранного из БД севооборота

6. При выборе режима просмотр и корректировка Ваши действия аналогичны действиям по формированию нового севооборота, которые описаны ранее, отличие заключается в том, что здесь нет необходимости заполнять все колонки таблицы.

Удаление из базы данных.

Для удаления из базы данных севооборота надо выполнить следующие действия:

- 1.Щелкните мышкой по меню **Севооборот** и в открывшемся меню выберите команду **Удаление севооборота из базы данных**. На форме в левом верхнем углу откроется список наименований севооборотов занесенных в базу данных;

2. Выберите в этом списке нужное Вам наименование севооборота, подведя к нему курсор и щелкнув мышкой. Справа от списка наименований севооборотов появится кнопка **Удалить севооборот**, а на нижней панельке на форме появится следующее сообщение:

Удалить севооборот «имя выбранного севооборота»?!. Если да, нажмите кнопку Удалить севооборот. Если нет – выполните любое доступное действие;

3. Для удаления из базы данных выбранного севооборота щелкните мышкой по кнопке **Удалить севооборот**. В нижней панельке на форме появится сообщение, свидетельствующее об удалении выбранного севооборота из базы данных (рис. 2.4.4.6)

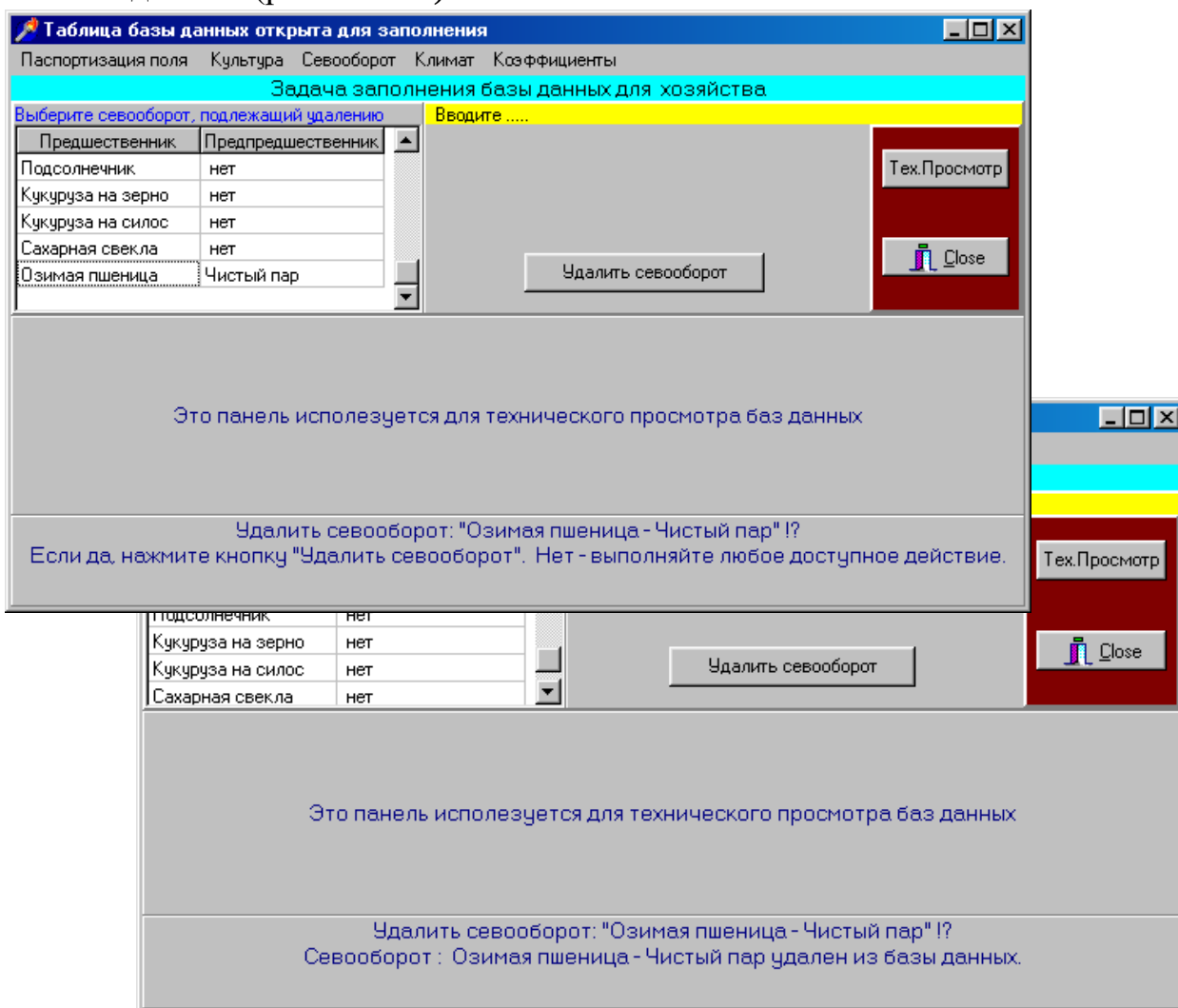


Рисунок 2.4.4.6. Вид форм, иллюстрирующих действия по удалению выбранного из БД севооборота



КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

- 1. Какие параметры учитываются при анализе агроэкологических требований сельскохозяйственных культур?**
- 2. Что такое ФАР?**
- 3. Что определяет условия перезимовки растений?**
- 4. Как оценивается влагообеспеченность территории?**
- 5. Разобрать практические упражнения по работе с базами данных севооборотов и параметров по возделываемым в хозяйстве сельскохозяйственным культурам!**



Модуль 2.5. Агроклиматические и нормативные базы данных

Вы будете изучать:

- Базу данных агроклиматических параметров в программе ЛИССОЗ.
- Нормативные базы данных в программе ЛИССОЗ.
- Основные действия, выполняемые с этими базами данных
- Возможности их редактирования

Цели модуля

- Дать представление о базе данных агроклиматических параметров в программе ЛИССОЗ
- Дать представление о нормативных базах данных в программе ЛИССОЗ
- Рассмотреть основные действия, выполняемые с этими базами данных
- Обсудить возможности их редактирования

После изучения модуля вы сможете

- Работать с базами данных агроклиматических параметров и нормативными базами данных в программе ЛИССОЗ
- Редактировать базы данных агроклиматических параметров и нормативные базы данных в программе ЛИССОЗ



Основная литература

1. Методика агроэкологической типизации земель в агроландшафте (под ред. И.И. Васенева) – М.: Россельхозакадемия, 2004. – 80 с.



Дополнительная литература

2. Агроэкологическая оценка земель, проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий (под ред. В.И. Кирюшина и А.Л. Иванова). – М.: Росинформагротех, 2005. - 783 с.
3. Булгаков Д.С. Агроэкологическая оценка пахотных почв. М. 2002. 252 с.
4. Методология составления крупномасштабных агроэкологически ориентированных почвенных карт (*составитель Н.П. Сорокина*). М.2006. 159 с.



Ключевые слова

Агроэкологическая оценка земель,
Агроэкологические требования культур,
Агроклиматические базы данных,
Нормативные базы данных,
Экспертные информационные системы,
Модели оценки земель,
Параметры оценки,
Справочные базы данных,
ЛИССОЗ.

2.5.1. БАЗА ДАННЫХ АГРОКЛИМАТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ

База данных по среднегодовым значениям агроклиматических параметров предназначена для хранения информации используемой при расчетах потенциального урожая с/х культуры в зависимости от прихода фотосинтетически активной радиации (ФАР), влагообеспеченности урожая, обеспеченности ФАР и общими агроклиматическими условиями.

В состав этой базы входят:

- среднестатистические суммы температур, наблюдаемые на территории хозяйства, а именно, максимальная сумма температур > 5 градусов за весь период наблюдения, сумма температур > 5 градусов, сумма температур > 10 градусов;
- даты перехода через эти температуры ($T > 5$ град. и $T > 10$ град.) весной и осенью;
- константы, используемые для расчета ФАР и радиационного баланса по месяцам вегетационного периода от апреля до октября;
- среднее статистическое количество осадков по месяцам, выпавших в данном хозяйстве в течение года.

В состав меню этой базы – **Климат** входят три активные команды **Заполнение таблиц температур**, **Таблица констант ФАР**, **Осадки**, которые позволяют наполнить базу данных основными агроклиматическими параметрами.

Заполнение таблиц температур.

Для занесения в базу значений среднестатистических сумм температур, наблюдаемых на территории хозяйства и дат перехода через эти температуры ($T > 5$ град. и $T > 10$ град.) весной и осенью сделайте следующее:

1. Щелкните мышкой по меню **Климат** и в открывшемся меню выберите команду **Заполнение таблиц температур**. В результате этого действия откроется форма **Таблица климатических данных** (рис. 3.4.1), на которой расположены две заполненные соответствующими значениями таблицы **Среднестатистические суммы температур, наблюдаемые на территории хозяйства** и **Даты перехода через T > 5, 10 градусов**;

Таблица климатических данных

Вводите среднестатистические суммы температур, наблюдаемые на территории хозяйства

	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь
Max сумма T > 5 град.	167	478	583	663	620	424	168
Сумма T > 5 град.	128	412	516	592	558	375	129
Сумма T > 10 град.	25	412	516	592	558	311	0

Даты перехода через T > 5, 10 градусов

	весна		осень	
Порядковый номер -->	день	месяц	день	месяц
Для Max сумм T > 5 град.	5	4	25	10
Для сумм T > 5 град.	13	4	18	10
Для сумм T > 10 град.	29	4	25	9

Внимание! Перед нажатием на кнопку "Выполнить", все ячейки таблиц должны быть заполнены целыми числами →

Выполнить Close

Рис. 2.5.1.1. Вид формы для заполнения таблиц климатических данных

2. Если значения этих данных (максимальная сумма температур > 5 градусов за весь период наблюдения, сумма температур > 5 градусов, сумма температур > 10 градусов и значения дат перехода через эти даты) не подходят для вашего хозяйства, то занесите нужные значения параметров в таблицы;
3. Щелкните мышкой по кнопке **Выполнить** для занесения измененных значений параметров таблиц в базу данных. При этом форма закроется и осуществится возврат в главную форму.

Заполнение таблицы констант ФАР.

Для занесения в базу значений констант, используемых для расчета прихода ФАР и радиационного баланса по месяцам вегетационного периода от апреля до октября, сделайте следующее:

1. Щелкните мышкой по меню **Климат** и в открывшемся меню выберите команду **Таблица констант ФАР**. В результате этого действия откроется форма **Константы ФАР** (рис. 2.5.1.2), на которой расположена заполненная соответствующими значениями таблица, состоящая из четырех столбцов и семи строк по месяцам от апреля до октября. Над этой таблицей расположена этикетка **Вводите константы, используемые для определения ФАР {Af, Vf} и радиационного баланса {Ab, Vb}**;



Константы ФАР

Вводите константы, используемые для определения ФАР {Af, Vf} и радиационного баланса {Ab, Vb}

Месяц	$A_f \cdot 10^{** -1}$	$V_f \cdot 10^{** -3}$	$A_b \cdot 10^{** -1}$	$V_b \cdot 10^{** -3}$
апрель	32.11	11.30	16.54	17.27
май	26.31	9.26	12.30	12.85
июнь	25.64	9.03	12.40	12.95
июль	23.20	8.16	10.39	10.84
август	18.73	6.59	8.07	8.42
сентябрь	16.30	5.73	6.45	6.74
октябрь	13.83	4.87	4.64	4.84

Внимание! Если содержимое таблицы не соответствует данным для Вашего региона, введите нужные значения и нажмите кнопку "Выполнить" →

Выполнить

Close

Рис. 2.5.1.2. Вид формы для заполнения констант ФАР

2. Если значения этих данных (константы ФАР – 1, 2 колонки и константы радиационного баланса – 3, 4 колонки) не подходят для вашего хозяйства, то занесите нужные значения этих параметров в таблицу;

- Щелкните мышкой по кнопке **Выполнить** для занесения измененных значений параметров таблиц в базу данных. При этом форма закроется и осуществится возврат в главную форму.

Заполнение таблицы констант ФАР.

Для занесения в базу значений констант, используемых для расчета прихода ФАР и радиационного баланса по месяцам вегетационного периода от апреля до октября, сделайте следующее:

- Щелкните мышкой по меню **Климат** и в открывшемся меню выберите команду **Осадки**. В результате этого действия откроется форма **Осадки** (рис. 2.5.1.3), на которой расположена таблица, заполненная значениями количества осадков по месяцам года, выпавшими на территории хозяйства. Над этой таблицей расположена этикетка **Среднее статистическое количество осадков по месяцам, выпавших в данном хозяйстве**;

январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь
56	52	49	40	62	66	77	73	45	47	66	71

Внимание! Перед нажатием на кнопку "Выполнить", все ячейки таблиц должны быть заполнены целыми числами —>

Выполнить Close

Рис. 2.5.1.3. Вид формы для заполнения таблицы осадков, выпавших в данном хозяйстве

- Если значения этих данных не подходят для вашего хозяйства, занесите нужные значения выпавших осадков в таблицу;

Щелкните мышкой по кнопке **Выполнить** для занесения измененных значений параметров таблиц в базу данных. При этом форма закроется и осуществится возврат в главную форму..

2.5.2. БАЗА ДАННЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ ДЛЯ УЧЕТА ДИНАМИКИ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВЫ.

В состав параметров этой базы данных входят следующие коэффициенты:

- коэффициенты использования питательных веществ растениями из удобрений;
- поправочные коэффициенты к годовым дозам внесения азотных удобрений в зависимости от предшественника;
- поправочные коэффициенты к годовым дозам внесения фосфорных и калийных удобрений в зависимости от содержания в почве подвижных форм фосфора и калия;
- поправочные коэффициенты к годовым дозам внесения фосфорных и калийных удобрений в зависимости от степени кислотности почвы;
- поправочные коэффициенты к годовым дозам внесения минеральных удобрений в зависимости от гранулометрического состава почвы
- поправочные коэффициенты к годовым дозам внесения минеральных удобрений в зависимости от степени эродированности почвы;

В состав меню этой базы – *Коэффициенты* входят четыре активные команды *ПК к дозам N..удобр. от предшеств; использование NPK* , *ПК к дозам P. и K. удобрений от подвижных форм*, *ПК к дозам мин. удобрений от состава и эрод. почв*, *ПК к дозам P. и K. удобрений от кислотности почв*, которые позволяют наполнить базу данных значениями соответствующих поправочных коэффициентов.

Заполнение таблиц коэффициентов использования питательных веществ из удобрений.

Для занесения в базу значений поправочных коэффициентов к вносимым дозам азотных удобрений в зависимости от предшествующей культуре, а так же для занесения коэффициентов использования питательных веществ растениями из удобрений сделайте следующее:

1. Щелкните мышкой по меню **Коэффициенты** и в открывшемся меню выберите команду **ПК к дозам N..удобр. от предшеств; использование NPK**. В результате этого действия откроется форма **Использование питательных веществ** (рис. 2.5.2.1), на которой расположены две заполненные соответствующими значениями таблицы. В верхней таблице размещены значения использования питательных веществ в процентах к общему содержанию из удобрений (органических и минеральных) в первый и второй год их внесения в почву. В нижней таблице находятся значения поправочных коэффициентов к вносимым дозам азотных удобрений в зависимости от предшествующей культуре (группе культур);

Использование питательных веществ

Коэффициенты использования питательных веществ растениями из удобрений, % общего содержания

Вид удобрений	азотные	фосфорные	калийные
Из орг. удобрений в 1-й год	25.0	30.0	50.0
Из орг. удобрений во 2-й год	20.0	15.0	10.0
Из мин. удобрений во 2-й год	0.0	10.0	20.0

Поправочные коэффициенты к годовым дозам азотных удобрений в зависимости от предшественников

Предшественник	Кэф.ф.
Зернобобовые	0.8
Многолетние травы бобовые	0.5
Пары чистые	0.8
По всем другим предшеств.	1.0

Внимание! Если содержимое таблицы не соответствует данным для Вашего региона, введите нужные значения и нажмите кнопку "Выполнить" —>

Выполнить Close

Рис. 2.5.2.1. Вид формы для заполнения таблиц использования питательных веществ

2. Если значения данных находящихся в верхней и нижней таблице не подходят для вашего хозяйства, то занесите нужные значения коэффициентов в таблицы;
3. Щелкните мышкой по кнопке **Выполнить** для занесения измененных значений параметров таблиц в базу данных. При этом форма закроется и осуществится возврат в главную форму.

Заполнение таблицы поправочных коэффициентов к годовым дозам фосфорных и калийных удобрений в зависимости от содержания подвижных форм фосфора и калия.

Для занесения в базу значений поправочных коэффициентов к вносимым годовым дозам фосфорных и калийных удобрений в зависимости от содержания подвижных форм фосфора и калия выполните следующие действия:

1. Щелкните мышкой по меню **Коэффициенты** и в открывшемся меню выберите команду **ПК к дозам Р... и К... удобрений от подвижных форм**. В результате этого действия откроется форма **Таблицы коэффициентов** (рис. 2.5.2.2), на которой расположены две заполненные соответствующими значениями таблицы с общим названием **Поправочные коэффициенты к годовым дозам фосфорных и калийных удобрений в зависимости от содержания подвижных форм фосфора и калия**.

Таблицы коэффициентов

Поправочные коэффициенты к годовым дозам фосфорных и калийных удобрений в зависимости от содержания подвижных форм фосфора и калия

Группировка почв по содержанию подвижного Р... обменного К...	Озимые по черному пару	Озимые по занятому пару	Яровые зерновые	Зернобобовые	Лен-долгунец	Пропашные культуры	Овощные культуры	Кукуруза	Сх. свекла по удобренной озим. пшенице	Сх. свекла по обороту пласта
Очень низкое	1.5	1.2	1.3	1.5	1.4	1.7	1.7	1.5	1.5	2.0
Низкое	1.3	1.1	1.2	1.0	1.0	1.4	1.5	1.2	1.2	1.5
Среднее	1.0	1.0	1.0	0.7	0.7	1.0	1.3	1.0	1.0	1.0
Повышенное	0.7	0.5	0.8	0.5	0.5	0.6	1.0	0.5	0.8	0.5
Высокое	0.3	0.3	0.3	0.2	0.3	0.4	0.7	0.4	0.5	0.5
Очень высокое	0.2	0.2	0.2	0.1	0.2	0.3	0.6	0.3	0.4	0.4

Калийные удобрения (Нижняя таблица)

Очень низкое	1.5	1.3	1.2	1.5	3.0	1.5	2.0	1.5	1.5	2.0
Низкое	1.2	1.2	1.1	1.3	1.5	1.3	1.5	1.3	1.3	1.5
Среднее	1.0	1.0	1.0	1.0	1.3	1.0	1.3	1.0	1.0	1.2
Повышенное	0.7	0.7	0.6	0.7	1.0	0.7	1.0	0.7	1.0	1.0
Высокое	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.7	0.5	0.7	0.8
Очень высокое	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.5	0.3	0.5	0.6

Внимание! Если содержимое таблицы не соответствует данным для Вашего региона, введите нужные значения и нажмите кнопку "Выполнить" -->

Выполнить Close

Рис. 2.5.2.2. Вид формы для заполнения таблиц поправочных коэффициентов в зависимости от плодородия почвы

Таблицы имеют одинаковую структуру: из 10 столбцов с наименованиями культур (групп культур) и 6 строк с наименованиями группировок почв по содержанию подвижного фосфора и обменного калия соответственно. В верхней таблице размещены значения поправочных коэффициентов для фосфорных удобрений, а в нижней таблице находятся значения поправочных коэффициентов для калийных удобрений.

2. Если значения данных находящихся в верхней и нижней таблице не подходят для вашего хозяйства, то занесите нужные значения коэффициентов в таблицы;
3. Щелкните мышкой по кнопке **Выполнить** для занесения измененных значений параметров таблиц в базу данных. При этом форма закроется и осуществится возврат в главную форму.

Заполнение таблицы поправочных коэффициентов к годовым дозам минеральных удобрений в зависимости от гранулометрического состава почвы и от степени эродированности почвы.

Для занесения в базу значений поправочных коэффициентов к вносимым годовым дозам минеральных удобрений в зависимости от гранулометрического состава почвы и от степени эродированности почвы выполните следующие действия:

1. Щелкните мышкой по меню **Коэффициенты** и в открывшемся меню выберите команду **ПК к дозам мин. удобрений от состава и эрод. почв.** В результате этого действия откроется форма **ПК к дозам удобрений от состава и эродированности ...** (рис. 2.5.2.3), на которой расположены две заполненные соответствующими значениями таблицы. В верхней таблице размещены значения поправочных коэффициентов к годовым дозам минеральных удобрений (азотных, фосфорных, калийных) в зависимости от гранулометрического состава почвы. В нижней таблице находятся значения поправочных коэффициентов к годовым дозам минеральных удобрений в зависимости от степени эродированности почвы;

ПК к дозам удобрений от состава и эродированнос...

Поправочные коэффициенты к годовым дозам минеральных удобрений в зависимости от гранулометрического состава почвы

Мех. состав почвы	азотные	фосфорные	калийные
Глинистый	0.90	1.10	0.80
Тяжелосуглинистый	0.90	1.10	0.80
Среднесуглинистый	1.00	1.00	1.00
Супесчаный	1.00	1.00	1.20
Песчаный	1.00	1.00	1.20

Поправочные коэффициенты к годовым дозам минеральных удобрений в зависимости от степени эродированности почвы

Степень эрод. почвы	азотные	фосфорные	калийные
Неэродированная	1.00	1.00	1.00
Слабоэродированная	1.10	1.05	1.05
Среднеэродированная	1.30	1.10	1.10
Сильноэродированная	1.50	1.20	1.20

Внимание! Если содержимое таблицы не соответствует данным для Вашего региона, введите нужные значения и нажмите кнопку "Выполнить" --->

Выполнить

Close

Рис. 2.5.2.3. Вид формы для заполнения таблиц поправочных коэффициентов в зависимости от гранулометрического состава и степени эродированности почвы

- Если значения данных находящихся в верхней и нижней таблице не подходят для вашего хозяйства, то занесите нужные значения коэффициентов в таблицы;
- Щелкните мышкой по кнопке **Выполнить** для занесения измененных значений параметров таблиц в базу данных. При этом форма закроется и осуществится возврат в главную форму.

Заполнение таблицы поправочных коэффициентов к годовым дозам фосфорных и калийных удобрений в зависимости от кислотности почвы.

Для занесения в базу значений поправочных коэффициентов к вносимым годовым дозам фосфорных и калийных удобрений в зависимости от содержания подвижных форм фосфора и калия выполните следующие действия:

1. Щелкните мышкой по меню **Коэффициенты** и в открывшемся меню выберите команду **ПК к дозам Р.. и К.. удобрений от кислотности почв**. В результате этого действия откроется форма **ПК от степени кислотности почв** (рис. 3.5.4), на которой расположены две заполненные соответствующими значениями таблицы с общим названием **Поправочные коэффициенты к годовым дозам фосфорных и калийных удобрений в зависимости от степени кислотности почвы**. Таблицы имеют одинаковую структуру: из 3 столбцов с уровнем кислотности почвы и 5 строк с наименованиями культур (групп культур). В левой таблице размещены значения поправочных коэффициентов для фосфорных удобрений, а в правой таблице находятся значения поправочных коэффициентов для калийных удобрений.
2. Если значения данных находящихся в верхней и нижней таблице не подходят для вашего хозяйства, то занесите нужные значения коэффициентов в таблицы;

ПК от степени кислотности почв

Поправочные коэффициенты к годовым дозам фосфорных и калийных удобрений в зависимости от степени кислотности почвы

ПК к фосфорным удобрениям				ПК к калийным удобрениям			
Степень кислотности (pH _{KCl})				Степень кислотности (pH _{KCl})			
Культура	< 4.5	4.6 - 5.0	> 5.1	Культура	< 4.5	4.6 - 5.0	> 5.1
Озимая пшеница	1.20	1.10	1.00	Озимая пшеница	1.20	1.10	1.00
Яровые зерновые	1.20	1.10	1.00	Яровые зерновые	1.20	1.10	1.00
Кормовые корнеплоды	1.20	1.10	1.00	Кормовые корнеплоды	1.20	1.10	1.00
Многолетние травы	1.30	1.10	1.00	Многолетние травы	1.30	1.10	1.00
Овощные	1.30	1.10	1.00	Овощные	1.30	1.10	1.00

Внимание! Если содержимое таблицы не соответствует данным для Вашего региона, введите нужные значения и нажмите кнопку "Выполнить" —>

Выполнить Close

Рис. 2.5.2.4. Вид формы для заполнения таблиц поправочных коэффициентов в зависимости от степени кислотности почвы

Щелкните мышкой по кнопке **Выполнить** для занесения измененных значений параметров таблиц в базу данных. При этом форма закроется и осуществится возврат в главную форму.



Модуль 2.6. Комплексные задачи агроэкологического проектирования

Вы будете изучать

- Комплексные задачи агроэкологического проектирования в программе ЛИССОЗ
- Информационно-аналитические модули агроэкологического проектирования в программе ЛИССОЗ
- Основные операции, выполняемые с этими модулями
- Возможности их редактирования

Цели модуля

- Дать представление о комплексных задачах агроэкологического проектирования
- Дать представление об информационно-аналитических модулях агроэкологического проектирования в программе ЛИССОЗ
- Рассмотреть основные действия, выполняемые с этими модулями
- Обсудить возможности их редактирования

После изучения модуля вы сможете

- Работать с информационно-аналитическими модулями агроэкологического проектирования в программе ЛИССОЗ



Основная литература

1. Методика агроэкологической типизации земель в агроландшафте (под ред. И.И. Васенева) – М.: Россельхозакадемия, 2004. – 80 с.



Дополнительная литература

1. Агроэкологическая оценка земель, проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий (под ред. В.И. Кирюшина и А.Л. Иванова). – М.: Росинформагротех, 2005. - 783 с.



Ключевые слова

Агроэкологическая оценка земель,
Агроэкологические требования культур,
Агроклиматические базы данных,
Нормативные базы данных,
Информационно-аналитические модули,
Экспертные информационные системы,
Модели оценки земель,
Параметры оценки,
Справочные базы данных,
ЛИССОЗ.

2.6.1. ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ РЕШЕНИЯ КОМПЛЕКСНЫХ ЗАДАЧ

Комплексные задачи ЛИССОЗ нацелены на обеспечение пользователя информацией для принятия управляющих решений, посредством проведения оперативных прогнозно-оценочных расчетов – для выбора оптимальных вариантов размещения культур, технологий и отдельных технологических операций их возделывания (с учетом локальных почвенно-микроклиматических особенностей конкретных рабочих участков, сложившейся или прогнозируемой системы цен и реальных возможностей материально-технического и финансово-экономического обеспечения хозяйства).

Задача ввод поля и выбор культуры по предшественнику предназначена для информационного обеспечения рационального выбора возделываемой с/х культуры на заданном поле с учетом предшественника и предпредшественника. Эта задача на основе анализа заданных конкретных предшественников предоставляет пользователю для информации три списка с перечнями наименований:

- ◆ наиболее целесообразных для выращивания культур;
- ◆ допустимых для выращивания культур;
- ◆ культур, недопустимых для выращивания по этим предшественникам.

Обоснование выбора того или иного управленческого решения достигается на основе анализа результатов решения взаимосвязанных по информационному обеспечению задач, использующих справочно-нормативную информацию, входящую в состав следующих баз данных:

- БД по характеристике полей хозяйства;
- БД основных параметров по возделываемым в хозяйстве сельскохозяйственным культурам;
- БД по требованиям основных сельскохозяйственных культур к предшественникам;

➤ БД по среднегодовым значениям агроклиматических параметров.

2.6.2. РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ РАСЧЕТА ПОТЕНЦИАЛЬНОГО УРОЖАЯ КУЛЬТУРЫ НА ВЫБРАННОМ ПОЛЕ

Задача по расчету потенциального урожая сельскохозяйственной культуры - в зависимости от прихода фотосинтетически активной радиации (ФАР), влагообеспеченности урожая, обеспеченности ФАР и общими агроклиматическими условиями (температура, влага) - выполняется после выбора поля и культуры.

Используемые при этом алгоритмы учитывают локальные почвенно-климатические особенности конкретного рабочего участка по широкому набору исходных и расчетных параметров, включая показатели рельефа, бонитет почвы и степень ее эродированности, динамику продуктивной влаги по месяцам вегетации и комплексную агроклиматическую оценку погоды за время вегетации культуры.

Результат решения задачи – урожай, рассчитанный по трем уровням лимитирования, приводится в одной форме, а так же протоколируется с указанием основных характеристик анализируемого участка. В задаче заложена возможность многократного ее решения при различных значениях среднего статистического количества осадков по месяцам, выпавших в данном хозяйстве. Эти данные вводятся пользователем с клавиатуры в процессе решения задачи.

Для осуществления работы с комплексными задачами модуля ЛИССОЗ надо после запуска программы *ZadahiXoz.exe* и открытия главной формы программы (рис. 2.6.2.1) независимо от дальнейших намерений выполнить запуск задачи **Ввод поля и выбор с/х культуры по предшественнику**.

Для запуска на выполнение этого модуля необходимо осуществить следующие действия:

1. Щелкните мышкой по меню **Комплексные задачи** и в открывшемся меню (рис. 2.6.2.1) выберите команду **Выбор поля и выбор культуры по предшественникам**;

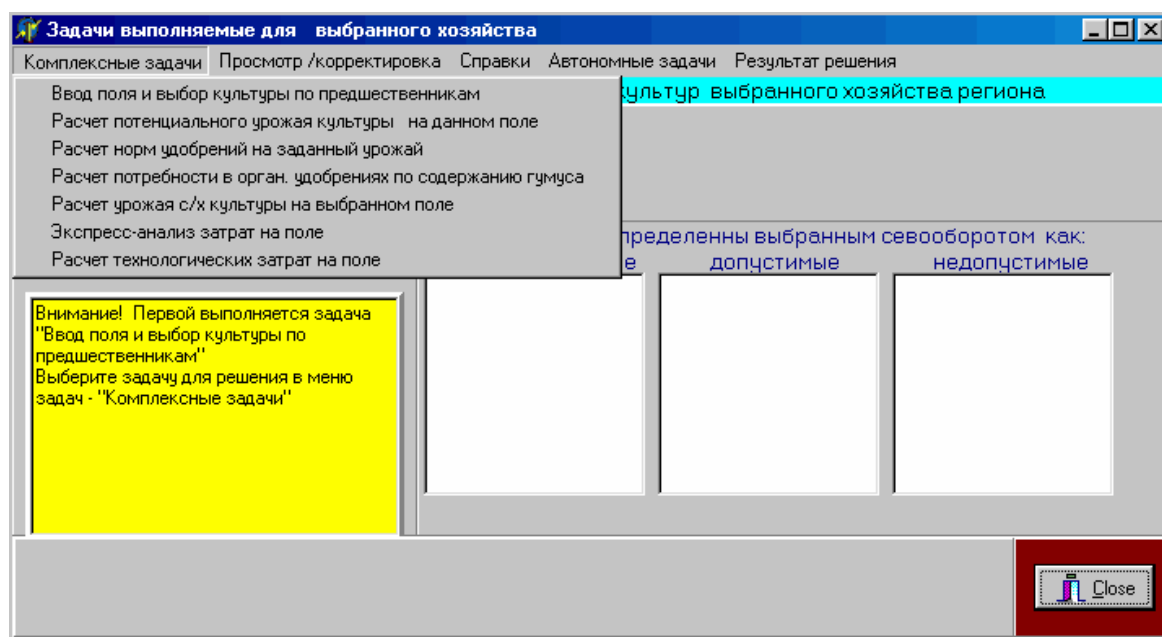


Рис. 2.6.2.1. Список команд меню комплексные задачи

2. Выполните все действия, предписываемые программой, по выбору: наименования поля из списка полей, находящихся в базе данных; предполагаемого севооборота и возделываемой культуры. Для этого выберите в окошечке с надписью **Выберите нужное поле хозяйства** которое находится в левом верхнем углу формы нужное Вам хозяйство установив курсор на его наименовании в открывшемся списке и щелкнув мышкой. Далее в появившемся в окошечке с надписью **Найдите нужный севооборот** выберите соответствующие предшествующие культуры на выбранном поле. В результате чего справа на форме появятся для информации пользователю три списка с перечнями наименований разно приоритетных культур а в левом верхнем углу окошечко с надписью **Выберите нужную с/х культуру** (рис. 2.6.2.2) . Выберите в списке с/х культур соответствующее наименование.

В результате проведенных действий программа активизирует база данных, что позволит выбрать все необходимые данные о поле и возделываемой на нем культуре для последующих расчетов. Информация о выбранном поле и с/х культуре отобразится в правом верхнем углу формы, а в протокол о выполненных задачах будет занесена памятка. Программа подготовлена для выполнения других задач, входящих в состав комплексных задач.

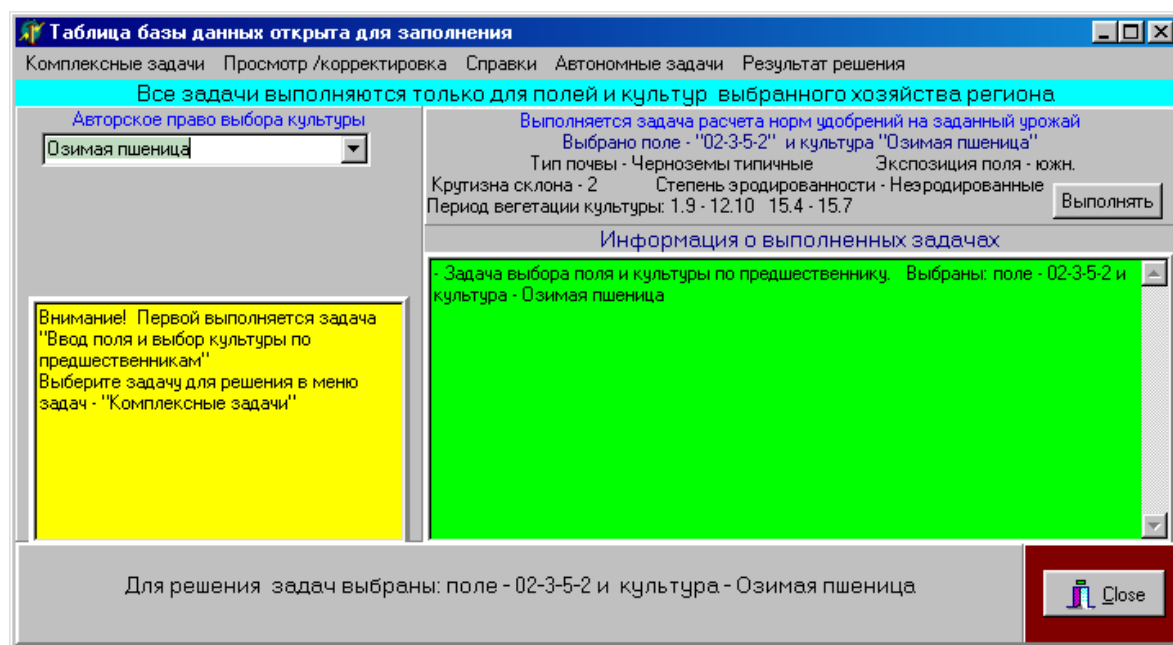


Рис. 2.6.2.2. Вид формы после выбора поля и возделываемой на нем с/х культуры

Решение задачи расчета потенциального урожая культуры на выбранном поле

Решение задачи расчета потенциального урожая культуры возделываемой на данном поле можно осуществлять только после удачного выполнения задачи по выбору поля и с/х культуры. Для запуска на выполнение данной задачи надо:

Щелкнуть мышкой по меню **Комплексные задачи** и в открывшемся меню (рис. 2.6.2.1) выберите команду **Расчет потенциального урожая культуры на данном поле**. В результате чего в правом верхнем углу формы, где отображена информация о выбранном поле и с/х культуре, появится кнопка

Выполнить, а на нижней панельке сообщение *Выполняется задача расчета потенциального урожая культуры на поле*;

1. Нажмите на кнопку **Выполнить**. В результате этого действия откроется новая форма *ФАР, влагообеспеченность, климатические условия* (рис. 2.6.2.3). В верхней части формы имеется информация о выбранном поле и возделываемой на нем с/х культуре, а так же табличка, в которой отображены значения среднего статистического количества осадков по месяцам, выпавших в данном хозяйстве. В нижней части формы находится табличка с результатом решения – потенциальным урожаем обеспеченным: приходом ФАР на поле, продуктивной влагой, приходом ФАР и агроклиматическими условиями.

ФАР, влагообеспеченность, климатические условия

Расчет потенциального урожая с/х культуры - "Озимая пшеница" возделываемой на поле - "02-3-5-2"

Среднее статистическое количество осадков по месяцам, выпавших в данном хозяйстве

январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь
56	52	49	40	62	66	77	73	45	47	66	71

Количество влаги, задаваемое для расчетов на выбранном поле

Заполните таблицу и для выполнения расчетов нажмите на меня

Значение потенциального урожая, обеспеченного:

Вариант расчета	Приходом ФАР на поле	Продуктивной влагой	Приходом ФАР и агроклиматическими условиями
По средним	68.95 ц/га	66.58 ц/га	56.34 ц/га
По заданным			

Для задания произвольной влаги, нажми на меня

Close

Рис. 2.6.2.3. Потенциальный урожай с/х культуры по средним статистическим данным

В задаче заложена возможность многократного ее решения при различных значениях среднего статистического количества осадков по месяцам, выпавших в данном хозяйстве. Для этого надо.

2. Щелкнуть мышкой по кнопке с текстом *Для задания произвольного распределения осадков – нажми на меня*, которая находится в нижней части формы на панельке зеленого цвета. В результате этого действия активизи-

руется кнопка в центральной части формы *Заполните таблицу и для выполнения расчетов нажмите на меня.*

3. Введите с клавиатуры нужные значения осадков в нижнюю строку таблицы и, после проверки правильности внесенных данных, нажмите на выше упомянутую кнопку (рис. 2.6.2.4). Результат решения задачи – урожай, рассчитанный по трем уровням лимитирования, занесется во вторую строку нижней таблицы.

ФАР, влагообеспеченность, климатические условия

Расчет потенциального урожая с/х культуры - "Озимая пшеница" возделываемой на поле - "02-3-5-2"

Среднее статистическое количество осадков по месяцам, выпавших в данном хозяйстве

январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь
56	52	49	40	62	66	77	73	45	47	66	71

Количество влаги, задаваемое для расчетов на выбранном поле

52	50	49	35	45	60	70	80	55	60	65	70
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Заполните таблицу и для выполнения расчетов нажмите на меня

Значение потенциального урожая, обеспеченного:

Вариант расчета	Приходом ФАР на поле	Продуктивной влагой	Приходом ФАР и агроклиматическими условиями
По средним	68.95 ц/га	66.58 ц/га	56.34 ц/га
По заданным	68.95 ц/га	52.62 ц/га	53.16 ц/га

Для задания произвольной влаги, нажми на меня

Close

Рис. 2.6.2.4. Потенциальный урожай с/х культуры по заданным значениям осадков по месяцам

Следует отметить, что вводимые с клавиатуры значения осадков должны обязательно быть целыми числами. Число вариантов данных не ограничивается. Результат очередного варианта расчета отображается во второй строке нижней таблицы. Все варианты решения протоколируются, что позволяет осуществить сравнительный анализ решений, и после завершения задачи. Для завершения работы надо нажать на кнопку **Close..**

2.6.3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ НОРМ ВНЕСЕНИЯ УДОБРЕНИЙ НА ЗАДАННЫЙ УРОЖАЙ

Задача расчет норм удобрений на заданный урожай предназначена для расчета норм минеральных удобрений на программируемый урожай заданной культуры на выбранном поле. Норма удобрений должна быть рассчитана таким образом, чтобы полностью удовлетворить потребности растений в питательных веществах, повысить почвенное плодородие и не нанести загрязнение окружающей среде.

При расчете норм NPK необходимо учитывать состав и свойства почвы, баланс питательных веществ в агропедоценозе, процессы взаимодействия удобрений с почвой и растениями в конкретных условиях ландшафта. В основу используемых в расчетах алгоритмов положен балансовый метод, основанный на учете потребности растений в NPK (общий вынос) на требуемый урожай и возмещении их из почвы и удобрений.

При этом процессы взаимодействия удобрений с почвой и растениями в конкретных условиях агроландшафта учитываются через поправочные коэффициенты на предшествующую культуру, механический состав и степень эродированности почвы, кислотности почвы, а также использование подвижных форм РК с учетом поправок на плодородие почвы. Предварительный расчет максимально возможной урожайности этой культуры на выбранном поле, при учете всех лимитирующих факторов, позволяет более обоснованно задавать величину планируемого урожая.

После решения задачи, рекомендуемые (на заданный урожай) нормы внесения минеральных удобрений протоколируются, выводятся на экран и могут использоваться для последующей корректировки размера планируемого урожая. Решение задачи расчет норм внесения удобрений на заданный урожай можно осуществлять только после удачного выполнения задачи по выбору поля и с/х культуры, при этом желательно предварительно рассчитать потенциальный урожай возделываемой на данном поле с/х культуры,

что позволит более обоснованно задавать величину планируемого урожая. Для запуска на выполнение данной задачи надо:

1. Щелкнуть мышкой по меню **Комплексные задачи** и в открывшемся меню выберите команду **Расчет норм удобрений на заданный урожай**. В результате чего в правом верхнем углу формы, где отображена информация о выбранном поле и с/х культуре, появится кнопка **Выполнить**, а на нижней панельке сообщение **Выполняется задача расчета норм удобрений на заданный урожай**;
2. Нажмите на кнопку **Выполнить**. В результате этого действия откроется новая форма (рис. 2.6.3.1) . В верхней части формы имеется информация о возделываемой с/х культуре и методе используемом для расчета требуемых доз внесения минеральных удобрений. В центральной части формы находится текст **Вводите планируемую урожайность, ц/га**, а справа от нее окошечко и кнопка **Выполнять**. В нижней части формы находится табличка, предназначенная для отображения результатов решения – норма внесения питательного вещества на заданный урожай в кг на га (всего, азота, фосфора, калия).

Расчет норм внесения удобрений под культуру - "Озимая пшеница" осуществляется по рекомендациям ЦИНАО за 2000 г с соответствующими им нормативными данными и характеристиками заданных поля и культуры

Вводите планируемую урожайность, ц/га

Норма питательного вещества на заданный урожай, кг/га

всего	азот	фосфор	калий

Рис. 2.6.3.1. Форма для расчета норм внесения минеральных удобрений под заданную урожайность с/х культуры

3. Введите в окошечко значение планируемой урожайности и щелкните мышкой по кнопке с текстом **Выполнять**. Результат решения задачи – норма внесения питательного вещества на заданный урожай, занесется в таблицу (рис. 2.6.3.2).

Расчет норм внесения удобрений под культуру - "Озимая пшеница" осуществляется по рекомендациям ЦИНАО за 2000 г с соответствующими им нормативными данными и характеристиками заданных поля и культуры

Вводите планируемую урожайность, ц/га

Норма питательного вещества на заданный урожай, кг/га

всего	азот	фосфор	калий
224.52	104.65	80.41	39.47

 Close

Рис. 2.6.3.2. Результат решения задачи расчета норм внесения минеральных удобрений под заданную урожайность с/х культуры

В задаче заложена возможность многократного ее решения при различных значениях вводимой урожайности. Все варианты решения протоколируются, что позволяет осуществить сравнительный анализ решений, и после завершения задачи. Для завершения работы надо нажать на кнопку **Close**.

2.6.4. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПОТРЕБНОСТИ В ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЯХ ПО СОДЕРЖАНИЮ ГУМУСА

Задача расчета потребности в органических удобрениях по содержанию гумуса предназначена для определения количества органических удобрений, необходимых для поддержания в почве уравновешенного (бездефицитного) баланса органического вещества. Нужное количество органических удобрений находится из результатов сопоставления расходной и приходной статей баланса гумуса. Расходная статья складывается из потерь гумуса при его минерализации и за счет развития эрозионных процессов, а приходная включает новообразование гумуса из корневых и пожнивных остатков. Эта задача в данной версии ЛИССОЗ не полностью отработана, за что приносим извинения пользователю.

Решение задачи расчет норм внесения удобрений на заданный урожай можно осуществлять только после удачного выполнения задачи по выбору поля и с/х культуры. Эта задача предназначена для определения количества органических удобрений, необходимых для поддержания в почве уравнове-

шенного (бездефицитного) баланса органического вещества. Для запуска на выполнение данной задачи надо:

1. Щелкнуть мышкой по меню **Комплексные задачи** и в открывшемся меню выберите команду **Расчет потребности в органических удобрениях по содержанию гумуса**. В результате чего в правом верхнем углу формы, где отображена информация о выбранном поле и с/х культуре, появится кнопка **Выполнить**, а на нижней панельке сообщение **Задача расчета потребности в органических удобрениях по содержанию гумуса**;
2. Нажмите на кнопку **Выполнить**. В результате этого действия на нижней панельке вместо сообщения отобразится результат решения задачи, а именно, содержание гумуса и величина смыва (рис. 2.6.4.1).

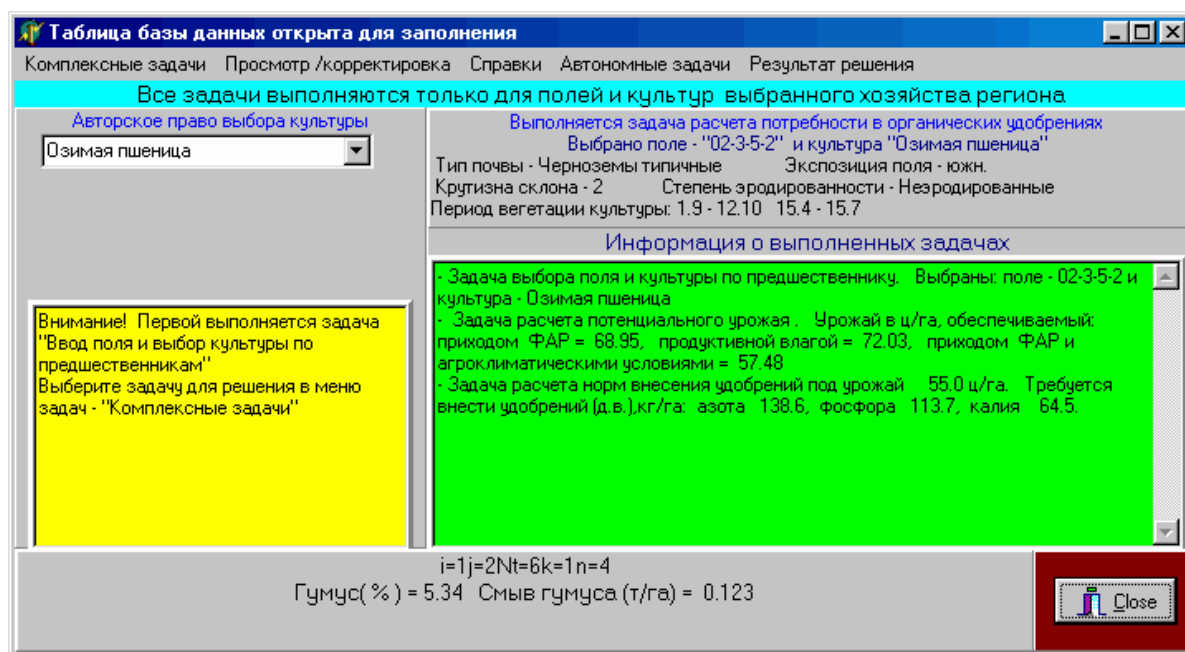


Рис. 2.6.4.1. Результат решения задачи расчета потребности в органических удобрениях по содержанию гумуса

Напомним, что эта задача в данной версии ЛИССОЗ не полностью отработана, за что приносим извинения пользователю.

2.6.5. ПРОЕКТИРОВАНИЕ УРОЖАЯ, ОБЕСПЕЧЕННОГО АГРОКЛИМАТИЧЕСКИМИ И ПОЧВЕННО-АГРОХИМИЧЕСКИМИ УСЛОВИЯМИ

Задача по расчету урожая, обеспеченного агроклиматическими и почвенно-агрохимическими условиями, выполняется после завершения расчета норм удобрений на заданный урожай.

При этом учитываются:

- реальный уровень плодородия почв рабочего участка (содержание в них доступных форм питательных веществ, их окупаемость и наличие почвенных факторов, лимитирующих плодородие);
- реальные возможности хозяйства по применению органических и минеральных удобрений, в соответствии с планируемой рентабельностью растениеводства и экономическими возможностями хозяйства.

Предоставляется возможность варьировать дозы внесения органических удобрений и различных вариантов простых и комплексных минеральных удобрений - с целью подобрать оптимальное соотношение NPK на основе реально имеющихся или доступных запасов удобрений и достичь оптимального соотношения прибыли и затрат.

Рассчитанный урожай получается из трех составляющих: урожайности за счет плодородия почвы, за счет плодородия почвы и органических удобрений, за счет плодородия почвы, органических и минеральных удобрений. Результат решения задачи, включая и набор доз внесения удобрений, выводятся на экран и протоколируются.

Решение этой задачи можно осуществлять только после удачного выполнения задачи по выбору поля и с/х культуры и задачи расчета норм удобрений на заданный урожай. Эта задача позволяет подобрать оптимальное соотношение NPK на основе реально имеющихся или доступных запасов удобрений и достичь рационального соотношения прибыли и затрат. Для запуска на выполнение данной задачи надо:

1. Щелкнуть мышкой по меню **Комплексные задачи** и в открывшемся меню выберите команду **Расчет урожая с/х культуры на выбранном поле**. В результате этого действия откроется новая форма (рис. 2.6.5.1). В верхней части формы имеется информация о выполняемой задаче и возделываемой с/х культуре.

Чуть ниже, на панельке зеленого цвета, помещено сообщение о рекомендуемых дозах питательного вещества, поставляемых в почву с органическими и минеральными удобрениями, которые обеспечивают заданную урожайность возделываемой с/х культуры на конкретном поле. Эта рекомендация получена при решении задачи расчет норм внесения удобрений. Внимательно ознакомьтесь с информацией, находящейся на форме.

Выполняется задача расчета урожайности с/х культуры - Озимая пшеница в зависимости от плодородия почвы и вносимых доз минерал. и органич. удобрений				
При расчете норм внесения удобрений под урожай - 50.0 ц/га с учетом внесения органических удобрений (0 т/га), а также мин. и орг. удобрений под предшественник, получены следующие нормы внесения минеральных удобрений: азотных - 105 фосфорных - 80 калийных - 39 кг д. в. на гектар.			Органические удобрения в эквиваленте подстильного навоза, т/га 0.0	
Для расчета урожайности заполните таблицы (доза, цена) по планируемым к внесению удобрениям под рассматриваемую культуру.			Стоимость внесения навоза, руб/т 0.0	
Сложные удобрения (N,P,K), доза - кг, цена - руб./кг				
Внимание! Во всех заполняемых таблицах в скобках после названия удобрения занесено содержание действующего вещества в процентах	Нитрофоска, марка В(11.5,11.5,11.5 %)			
	Нитрофоска, марка Б(13, 13, 13 %)			
	Нитрофоска, марка А(16.5,16.5,16.5 %)			
	Нитроаммофоска (16, 16, 16 %)			
	Аммофос (12, 39.5, 0 %)			
	Нитрофос (20, 14.4, 0 %)			
Простые азотные удобрения, доза - кг, цена - руб./кг				
Сульфат аммония (20.5%)				
Амиачная селитра (34.9%)				
Мочевина (46.0%)				
Водный аммиак (18.0%)				
Безводный аммиак (82.0%)				
Простые фосфорные удобрения, доза - кг, цена - руб./кг				
Суперфосфат простой гранулир.(19.5%)				
Суперфосфат двойной гранулир.(45.8%)				
Фосфоритная мука (20.5%)				
Простые калийные удобрения, доза - кг, цена - руб./кг				
Хлористый калий (60.0%)				
Сернокислый калий (52.0%)				
Калимагнезия (27.0%)				
Калийная соль (40.0%)				
Внесите стоимость одного центнера продукции в рублях			0.0	
Выполнять		Сброс		Close

Рис. 2.6.5.1. Форма для заполнения планируемых доз внесения удобрений

2. Внесите в окошечко, которое находится в левой нижней части формы, стоимость одного центнера продукции в рублях;

3. Далее внесите в таблицы, расположенные на левой и правой части формы, значения планируемых для внесения доз удобрений в кг на га и цену в рублях одного кг данного удобрения. При этом сумма набранных значений в эквиваленте NPK должна совпадать или быть близкой к рекомендованной. После занесения планируемых доз удобрений и их цены нажмите на кнопку **Выполнить**.

В результате этого действия на нижней панельке вместо окошечка для внесения стоимости продукции появятся сообщения о внесенных дозах NPK с органическими и минеральными удобрениями, а также таблица с значениями урожайности с/х культуры и ниже таблицы информация об экономическом эффекте (рис. 2.6.5.2).

Выполняется задача расчета урожайности с/х культуры - Озимая пшеница
 в зависимости от плодородия почвы и вносимых доз минерал. и органич. удобрений

При расчете норм внесения удобрений под урожай - 50.0 ц/га с учетом внесения органических удобрений (0 т/га), а также мин. и орг. удобрений под предшественник, получены следующие нормы внесения минеральных удобрений: азотных - 105 фосфорных - 80 калийных - 39 кг д. в. на гектар.

Для расчета урожайности заполните таблицы (доза, цена) по планируемым к внесению удобрениям под рассматриваемую культуру.

Сложные удобрения (N,P,K), доза - кг, цена - руб./кг			
Внимание! Во всех заполняемых таблицах в скобках после названия удобрения занесено содержание действующего вещества в процентах	Нитрофоска, марка В(11.5,11.5,11.5 %)		
	Нитрофоска, марка Б(13, 13, 13 %)	300	7
	Нитрофоска, марка А(16.5,16.5,16.5 %)		
	Нитроаммофоска (16, 16, 16 %)		
	Аммофос (12, 39.5, 0 %)		
	Нитрофос (20, 14.4, 0 %)		

Внесено NPK кг д.в.: с навозом = 0 - 0 - 0, с мин. удобр.= 108 - 82 - 39
 Урожай Озимая пшеница = 49.4 ц/га в том числе:

Урожайность обеспеченная за счет:	всего	азот	фосфор	калий
- плодородия почвы, ц/га	37.16	34.61	35.61	42.11
- плодород. почвы и органич. удобрений, ц/га	37.16	34.61	35.61	42.11
- плодород. почвы, орг. и мин. удобрений, ц/га	49.43	50.55	47.91	49.91

Экономический эффект " Урожай - Удобрения" составит:
 24714.4 - 3620.0 = 21094.4 рублей

Органические удобрения в эквиваленте подстильного навоза, т/га
 Стоимость внесения навоза, руб/т

Простые азотные удобрения, доза - кг, цена - руб./кг

Сульфат аммония (20.5%)		
Амиачная селитра (34.9%)	100	5
Мочевина (46.0%)	75	4
Водный аммиак (18.0%)		
Безводный аммиак (82.0%)		

Простые фосфорные удобрения, доза - кг, цена - руб./кг

Суперфосфат простой гранулир.(19.5%)		
Суперфосфат двойной гранулир.(45.8%)	120	6
Фосфоритная мука (20.5%)		

Простые калийные удобрения, доза - кг, цена - руб./кг

Хлористый калий (60.0%)		
Сернокислый калий (52.0%)		
Калимагнезия (27.0%)		
Калийная соль (40.0%)		

Выполнить
Сброс
 Close

Рис. 2.6.5.2. Результат решения задачи – урожайность выбранной с/х культуры при заданных дозах внесения удобрений

4. Программа предоставляет возможность много кратного решения с различными исходными данными. Это обеспечивается нажатием на кнопку **Сброс** и выполнением действий пункта 3.

Предоставленная программой возможность варьировать дозы внесения органических удобрений и различных вариантов простых и комплексных минеральных удобрений позволяет подобрать оптимальное соотношение NPK на основе реально имеющихся или доступных запасов удобрений и достичь оптимального соотношения прибыли и затрат.

Рассчитанный урожай получается из трех составляющих: урожайности за счет плодородия почвы, за счет плодородия почвы и органических удобрений, за счет плодородия почвы, органических и минеральных удобрений. Результат решения задачи, включая и набор доз внесения удобрений, выводятся на экран и протоколируются.

Модуль 2.7. Проектирование агротехнологий с агроэкологически обоснованной оптимизацией затрат



Вы будете изучать:

- Информационно-аналитический модуль экспресс-оценки технологических затрат на выращивание сельскохозяйственной культуры
- Информационно-аналитический модуль расчета технологических затрат на поле
- Информационно-аналитический модуль автономной задачи агроэкологического проектирования системы обработки почв
- Основные операции, выполняемые с этими модулями
- Возможности их редактирования

Цели модуля

- Дать представление об информационно-аналитическом модуле экспресс-оценки технологических затрат на выращивание сельскохозяйственной культуры
- Дать представление об информационно-аналитическом модуле расчета технологических затрат на поле
- Дать представление об информационно-аналитическом модуле автономной задачи агроэкологического проектирования системы обработки почв
- Рассмотреть основные действия, выполняемые с этими модулями
- Обсудить возможности их редактирования

После изучения модуля вы сможете

- Работать с новыми информационно-аналитическими модулями агроэкологического проектирования в программе ЛИССОЗ



Основная литература

1. Методика агроэкологической типизации земель в агроландшафте (под ред. И.И. Васенева) – М.: Россельхозакадемия, 2004. – 80 с.



Дополнительная литература

1. Агроэкологическая оценка земель, проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий (под ред. В.И. Кирюшина и А.Л. Иванова). – М.: Росинформагротех, 2005. - 783 с.
2. Информационно-справочные системы по оптимизации землепользования в условиях ЦЧЗ (под ред. И.И. Васенёва и Г.Н. Черкасова). Курск. 2002. 110 с.



Ключевые слова

Агроэкологическая оценка земель,
Агроэкологические требования культур,
Агроклиматические базы данных,
Нормативные базы данных,
Информационно-аналитические модули,
Экспертные информационные системы,
Параметры оценки,
Справочные базы данных,
ЛИССОЗ.

2.7.1. ЭКСПРЕСС-ОЦЕНКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЗАТРАТ НА ВЫРАЩИВАНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ КУЛЬТУРЫ

Задача по экспресс-оценке технологических затрат на выращивание сельскохозяйственной культуры решается на основе сведенных в специализированную базу данных технологических карт по почвовлагосберегающим машинным технологиям выращивания основных сельскохозяйственных культур (с учетом их предшественников).

Программа выдает справочную информацию о технологических операциях, включенных в состав почвовлагосберегающей машинной технологии. Кроме того она в первом приближении учитывает удельные затраты горючего и рабочего времени на проведение всех обязательных и факультативных технологических операций и дает возможность пользователю комбинировать различные сочетания последних – для повышения рентабельности производства.

Содержание регионально адаптированных технологических карт разработано в лаборатории механизации почвенного земледелия ВНИИЗ и ЗПЭ и может быть адаптировано к условиям других регионов России.

Решение этой задачи можно осуществлять только после удачного выполнения задачи по выбору поля и с/х культуры. Эта задача выдает справочную информацию о технологических операциях, включенных в состав почвовлагосберегающей машинной технологии.

Кроме того она в первом приближении учитывает удельные затраты горючего и рабочего времени на проведение всех обязательных и факультативных технологических операций и дает возможность пользователю комбинировать различные сочетания последних – для повышения рентабельности производства.

Для запуска на выполнение данной задачи надо:

1. Щелкнуть мышкой по меню **Комплексные задачи** и в открывшемся меню выберите команду **Экспресс-анализ затрат на поле**. В результате этого действия откроется новая форма **Расчет затрат на поле** (рис. 2.7.1.1) . В верхней части формы имеется информация о площади выбранного поля. На нижней панельке расположено окошечко желтого цвета с надписью **Выберите технологию возделывания культуры** и стрелочкой.

Названия операций	Учет опер.	Выработка за 1 час, га	Затраты труда на 1 га, чел.-час	Затраты топлива на 1 га, кг	Затр. на операции по полю, руб.
Лушение стерни (дисковое)	☒	2.26	0.44	7.37	
Безотвальная ярусная обработка почвы	☒	4.13	0.24	15.50	
Щелевание зяби (поперек склонов > 3°)	☒	4.10	0.24	6.77	
Снегозадержание	☒	5.60	0.18	2.97	
Закрытие влаги весной	☒	8.40	0.12	3.30	
Предпосевная культивация	☒	6.70	0.12	2.70	
Посев с внесением мин. удобрений	☒	4.91	0.40	4.80	
Подкормка посевов Крптоном ...	☒	10.50	0.10	0.67	

Рис. 2.7.1.1. Форма для выбора требуемой технологии для экспресс – анализа

2. Щелкните мышкой по стрелочке и выберите в открывшемся списке наименование нужной технологии (подвести курсор и щелкнуть мышкой). Список технологий закроется, а справа от него активизируется кнопка **ОК**.
3. Нажмите на кнопку **ОК**. В результате этого действия в центральной части формы откроется таблица, содержащая сведения о выбранной технологии (рис. 2.7.1.1), а на нижней панельке появятся два окошечка с заголовками призывающими задать цену одного человека–часа и стоимость горючего.

4. Введите в эти окошечка в соответствии с заголовками нормативную цену в рублях 1 чел–часа и одного килограмма горючего, после чего нажмите на кнопку **Выполнить**. В результате этого действия в таблице на зеленом фоне появятся затраты полю на каждую технологическую операцию и суммарные затраты на выбранную технологию (рис. 2.7.1.2).

Расчет затрат по полю

Выполняется задача расчета технологических затрат по полю - 01-2-1-5
общей площадью = 14.1 га

Почвовлагодберегающая машинная технология возделывания яровых зерновых культур
(предшественника - сахарная свекла, кукуруза, крупяные)

Названия операций	Учет опер.	Выработка за 1 час, га	Затраты труда на 1га,чел.-час	Затраты топлива на 1 га, кг	Затр. на операции по полю, руб.
Лушение стерни (дисковое)	☒	2.26	0.44	7.37	2555.3
Безотвальная ярусная обработка почвы	☒	4.13	0.24	15.50	5035.8
Щелевание зяби (поперек склонов > 3")	☒	4.10	0.24	6.77	2266.2
Снегозадержание	☒	5.60	0.18	2.97	1031.1
Закрытие влаги весной	☒	8.40	0.12	3.30	1106.1
Предпосевная культивация	☒	6.70	0.12	2.70	915.8
Посев с внесением мин. удобрений	☒	4.91	0.40	4.80	1720.2
Подкормка посевов Криптоном ...	☒	10.50	0.10	0.67	261.9

Суммарные затраты на выбранную технологию для заданного поля составили - 14892.4 руб.

Яровых зерновых культур по предшественникам

Введите цену в рублях 1 чел.-час. 35.0 и 1 кг горючего 22.5

OK

Выполнить

Close

Рис. 2.7.1.2. Результат экспресс – анализа затрат для выбранной технологии на возделывание с/х культуры

В программе заложена возможность варьирования составом технологических операций в рамках выбранной технологии. Это достигается через состояние признака учета во втором столбце таблицы. Наличие галочки указывает на включение данной операции в состав технологии, а отсутствие на изъятие из технологии. Замена состояния признака учета осуществляется установкой курсора в соответствующем квадратике и щелчком мышки, расчет затрат на текущий состав операций – нажатием на кнопку **Выполнить**.

2.7.2. РАСЧЕТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЗАТРАТ НА ПОЛЕ

Задача по расчету технологических затрат на поле. Эта задача предназначена для расчета затрат на возделывание данной сельскохозяйственной культуры в условиях конкретного поля и выручки от продажи выращенной продукции.

Расчеты проводятся по трем базовым уровням интенсивности применяемых технологий: экстенсивные, нормальные, интенсивные. В расчетах используются типовые технологические карты выращивания сельскохозяйственных культур с дифференцированными поправками на уровень технологии и значение планируемого урожая.

Информационной основой для проведения расчетов являются специализированные справочные базы данных по типовым технологическим картам выращивания сельскохозяйственных культур и сложившейся в хозяйстве системе удельных текущих затрат.

Типовые технологические карты включают в себя перечень всех технологических операций по подготовке почвы, посеву, удобрению, защите растений и уборке урожая с усредненными данными для 3 уровней интенсивности технологий. По каждой технологической операции содержится формализованная запись с информацией по всем составляющим основных затрат на ее проведение (трудозатраты, техника, горючее, амортизация, семена, удобрения, средства защиты растений...).

В базе данных содержится также информация по сложившимся на момент расчета зарплате механизаторов и рабочих, начислению на зарплату, стоимости семян, горючего, автомасел и электроэнергии, удобрений и средств защиты растений, отчислениям на амортизацию и ремонт, нормативам прочих, общепроизводственных и общехозяйственных расходов.

Кроме специализированных данных задача, в процессе выполнения расчетов использует общесистемные данные ЛИССОЗ по выбранному полю

и возделываемой сельскохозяйственной культуре, а также информационные модули, необходимые для получения рекомендаций по внесению доз минеральных удобрений на заданный урожай.

Удобный для пользователя интерфейс не требует специальных компьютерных знаний и позволяет эффективно и быстро проводить расчеты общих и операционных (на отдельную технологическую операцию или группу операций) затрат по основным и производным вариантам выращивания выбранной сельскохозяйственной культуры в условиях конкретного поля.

Программа в процессе расчета информирует пользователя о затратах на текущую технологическую операцию в пределах одного гектара и в целом по полю, отображает суммарные затраты на уже включенные в обработку технологические операции. Результат решения задачи в установленной форме выводятся на экран и протоколируются..

Решение этой задачи можно осуществлять только после удачного выполнения задачи по выбору поля и с/х культуры. Эта задача предназначена для расчета затрат на возделывание данной сельскохозяйственной культуры в условиях конкретного поля и выручки от продажи выращенной продукции. Расчеты проводятся по трем базовым уровням интенсивности применяемых технологий: экстенсивные, нормальные, интенсивные. Программа в процессе расчета информирует пользователя о затратах на текущую технологическую операцию в пределах одного гектара и в целом по полю, отображает суммарные затраты на уже включенные в обработку технологические операции. Результат решения задачи в установленной форме выводятся на экран и протоколируются.

Для запуска на выполнение данной задачи надо:

1. Щелкнуть мышкой по меню **Комплексные задачи** и в открывшемся меню выберите команду **Расчет технологических затрат на поле** (рис. 2.7.2.1). В результате этого действия возможны два варианта, зависящие

от наличия в специализированной базе данных типовой технологической карты на выращивание выбранной сельскохозяйственной культуры.

Если карты на выбранную культуру нет в базе данных, то программа выдаст сообщение о невозможности расчета и укажет путь выхода из сложившейся ситуации (рис. 2.7.2.2);

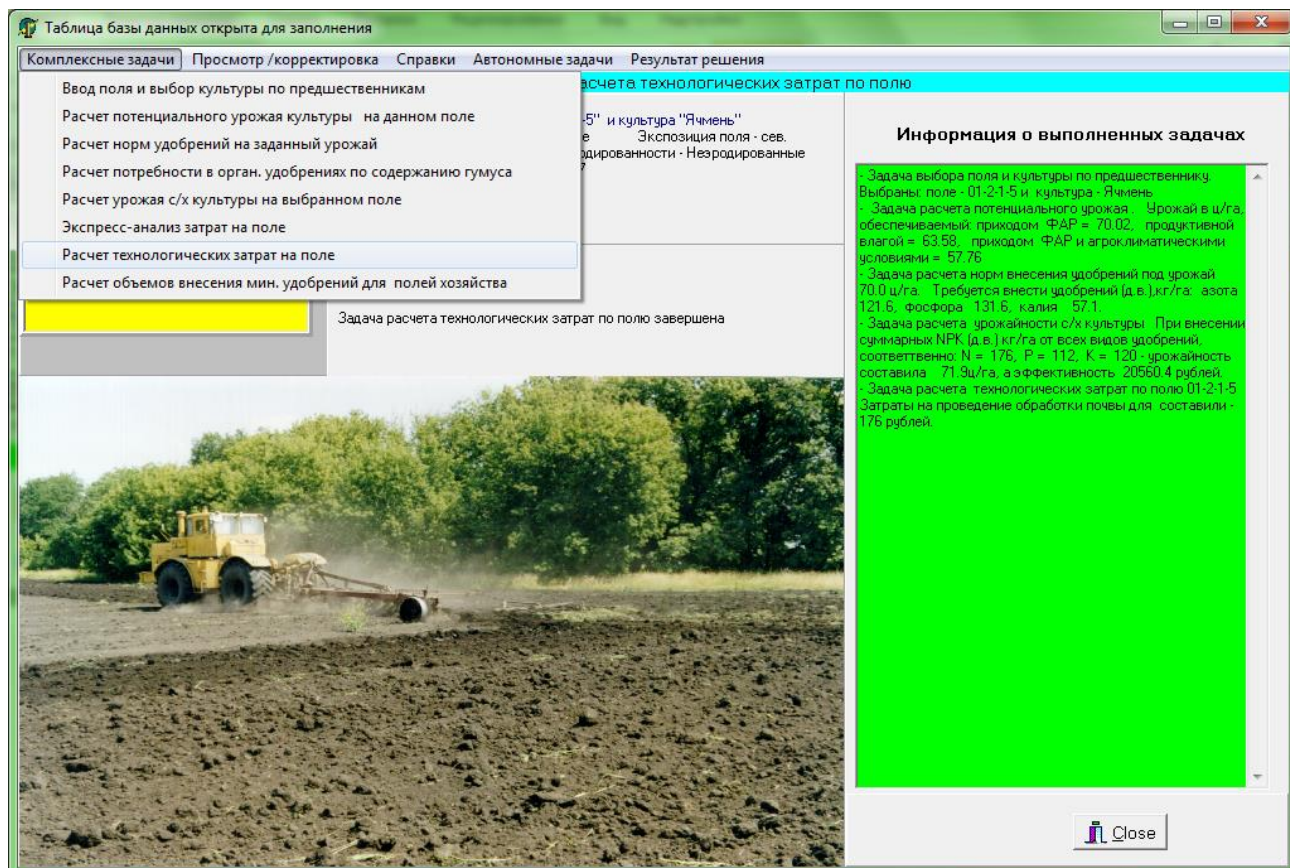


Рис. 2.7.2.1. Выбор задачи по расчету технологических затрат

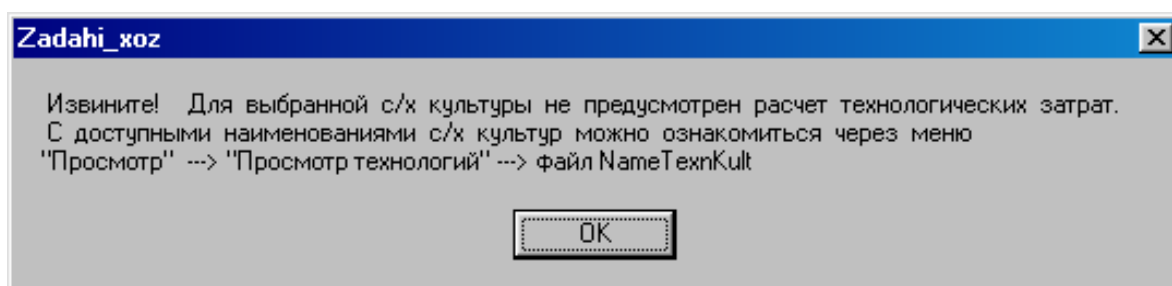


Рис. 2.7.2.2. Предупреждающее сообщение

Если необходимая информация содержится в базе данных, то откроется новая форма *Затраты технологические* (рис. 2.7.2.3). В верхней части формы имеется информация о возделываемой культуре и площади выбран-

ного поля. Там же приведена информация о границах урожайности в рамках каждой технологии. Ниже форма разделена на две части (панели), которые еще не содержат информации.

Затраты технологические

Расчет затрат на возделывание с/х культуры - "Ячмень" на поле площадью = 14.1 га
в зависимости от планируемого урожая и соответствующей ему технологии
(Экстенсивная 20-29 ц/га, нормальная 30-39 ц/га, интенсивная 40-50 ц/га)

Вводите планируемый урожай, ц/га
0.0 OK Расчет стандартной технологии

Дозы NPK N=

Выберите очередную операцию для расчета затрат

Наименование	Величина
1. Срок проведения (оптимальный)	
2. Техническое средство - трактор, автомобиль	
3. Техническое средство - машина	
4. Условные гектары	
5. Обслуживающий персонал - механизаторы	
6. Обслуживающий персонал - рабочие	
7. Затраты труда механизаторов на 1га, чел/час	
8. Затраты труда рабочих на 1га, чел/час	
9. Затраты горючего на 1га, кг	

Нажмите для заполнения таблицы -----> Выполнить

Если данные верны, нажмите для расчета затрат -----> Применить

Затраты на поле

Вызов технологической карты Справка затрат Close

Рис. 2.7.2.3. Начальный вид основной формы задачи расчета технологических затрат на поле

- Введите значение планируемого урожая с/х культуры в окошечко, которое находится вверху левой панели, и далее нажмите на кнопку **ОК** справа от этого окошечка. В результате этого действия откроется новая форма **Отображение стоимостных характеристик** (рис. 2.7.2.4). В верхней части формы на зеленом фоне имеется информация о выбранной технологии и данные рекомендательного характера о внесении доз минеральных удобрений, обеспечивающих на данном поле заданную урожайность с/х культуры. Ниже в таблице приведены средние статистические данные по стоимостным характеристикам. Значение любого параметра из таблицы может быть изменено пользователем, что позволяет просчитывать различные варианты затрат на заданную технологию. В нижних двух строках таблицы, свободных от записей, пользователь обязательно должен внести соответствующие данные.

Отображение стоимостных характеристик

Заданный урожай может быть получен по "интенсивной" технологии при внесении на данном поле следующих доз NPK в кг д.в. на 1 га: азотных - 152.0 фосфорных - 164.5 калийных - 71.4
Эти сведения носят рекомендательный характер

Наименование	Размерность	Величина (руб)	Наименование	Размерность	Величина (руб)
Начисления на зарплату	%	27.8	Стоимость гербицидов	кг	135.0
Зарплата механизатора	ч/час	50.0	Стоимость инсектицидов	кг	80.0
Зарплата рабочего	ч/час	45.0	Стоимость фунгицидов	кг	77.0
Стоимость горючего	кг	22.3	Стоимость электроэнергии	квт/час	2.5
Стоимость автомасел	кг	27.5	Отчисления на амортизацию	усл. га	14.9
Стоимость азотных удобрений	кг д.в.	7.0	Отчисления на ремонт	усл. га	55.5
Стоимость фосфорных удобрений	кг д.в.	5.0	Прочие расходы	%	13.8
Стоимость калийных удобрений	кг д.в.	6.0	Общепроизводственные расходы	%	7.1
Стоимость семян	ц	800	Общехозяйственные расходы	%	7.8
Цена реализации продукции	ц	350			

Если все стоимостные характеристики заполнены, нажмите на кнопку -----> **ОК**

Рис. 2.7.2.4. Таблица стоимостных характеристик

- Введите в таблице стоимость семян и прогнозируемую (желаемую, рыночную) стоимость готовой продукции с/х культуры и далее нажмите на кнопку **ОК**. При этом содержимое таблицы ввода (стоимостные характеристики) занесутся в информационный пул для использования в дальнейших расчетах, и произойдет возврат в основную форму (рис. 2.7.2.5). Содержимое формы изменилось. Слева в большом окошке содержится перечень основных операций технологии. Справа в таблице отображается информационная расшифровка выбранной технологической операции, включающая 17 пунктов. Кроме того, правее уже знакомой кнопки **ОК**, активизировалась кнопка **Расчет стандартной технологии**, а на нижней панельке активизировалась кнопка **Вызов технологической карты**.
- Пользователь имеет возможность расчета технологических затрат по трем схемам. Первая схема – по стандартной технологии, которая предполагает расчет для всех технологических операций со значениями параметров из базы данных. Вторая схема – по средством использования кнопка **Вызов технологической карты**, предполагает расчет для всех технологических операций из базы данных с предоставлением возможно-

сти изменения значений параметров для текущих расчетов. Третья схема – по произвольной технологии, которая позволяет пользователю формировать набор обсчитываемых технологических операций из перечня операций, входящих в выбранную технологию, кроме того, имеется возможность изменения значений параметров технологических операций. Рассмотрим действия пользователя при работе со всеми схемами.

Затраты технологические

Расчет затрат на возделывание с/х культуры - "Ячмень" на поле площадью = 14.1 га
интенсивная технология возделывания с/х культуры - Ячмень
(Экстенсивная 20-29 ц/га, нормальная 30-39 ц/га, интенсивная 40-50 ц/га)

Вводите планируемый урожай, ц/га: 70.0 OK Расчет по обновленным и/д

Дозы NPK в кг д.в. на 1 га N= 152.0 P= 164.5 K= 71.4

Выберите очередную операцию для расчета затрат

Наименование	Величина
1. Срок проведения (оптимальный)	
2. Техническое средство - трактор, автомобиль	
3. Техническое средство - машина	
4. Условные гектары	
5. Обслуживающий персонал - механизаторы	
6. Обслуживающий персонал - рабочие	
7. Затраты труда механизаторов на 1 га, чел/час	
8. Затраты труда рабочих на 1 га, чел/час	
9. Затраты горючего на 1 га, кг	

Нажмите для заполнения таблицы -----> Выполнить

Если данные верны, нажмите для расчета затрат -----> Применить

Суммарные затраты на 1 га по отмеченным операциям

Затраты по стандартной технологии рассчитаны

Вызов технологической карты Справка затрат Close

Рис. 2.7.2.5. Таблица стоимостных характеристик

- Для осуществления расчета по стандартной технологии (первая схема) достаточно нажать на кнопку **Расчет стандартной технологии**. На нижней панельке формы появится сообщение *Затраты по стандартной технологии рассчитаны*. Для просмотра результатов обсчета надо нажать на кнопку **Справка затрат** (описание справки приведено далее).
- Для осуществления расчета по второй схеме действия пользователя сводятся к следующей последовательности (6.1 –6.4):

1. Нажмите на кнопку **Вызов технологической карты**. В результате этого действия откроется новая форма *Базовая технология возделывания с/х культур*;
2. Нажмите на кнопку **Отображения данных выбранной технологии**, которая находится слева на нижней панельке формы. В результате этого действия центральная часть формы заполнится стандартными технологическими операциями со значениями параметров из базы данных (рис. 2.7.2.6);



Базовая технология возделывания с/х культуры

Меню выбора просмотра и корректировки стандартных технологий возделывания с/х культур

Учитываемые параметры----->	Срок проведения	Техническое средство		Условные гектары	Обслуживающей персонал, чел.		Затраты труда на 1га,чел.-час	
		оптимальный	основное		машина	механиз.	рабочие	механиз.
1. Лущение стерни	1/08-5/08	ДТ-75	ЛДГ-10	0.26	1	0	0.1	0.1
2. Погрузка минеральных удобрений	5/08-10/08	МТЗ	ПКУ-0,8	0.3	1	1	0.14	0.1
3. Внесение минеральных удобрений	5/08-10/08	МТЗ	РЧМ-5	0.18	1	0	0.34	0.1
4. Повторное лущение стерни	15/08-20/08	ДТ-75	ЛДГ-10	0.26	1	0	0.1	0.1
5. Вспашка на гл. 20-22 см	1/09-10/09	Т-150	ПТК-9-35	1.35	1	0	0.76	0.1
6. Ранневесеннее боронование	15/04-20/04	ДТ-75	БЗСС-1,0	0.11	1	0	0.13	0.1
7. Культивация на гл. 8-10 см	16/04-21/04	МТЗ	КПС-4, КШУ-12	0.19	1	0	0.4	0.1
8. Предпосевная культивация	20/04-25/04	МТЗ	КПС-4, КШУ-12	0.19	1	0	0.4	0.1
9. Протравливание семян	10/04-15/04	-	ПС-10А	0.05	0	1	0	0.1
10. Подвоз семян, удобрений	20/04-25/04	МТЗ	2ПТС-4	0.06	1	2	0.1	0.1
11. Посев с рядковым удобр. и техн. калия	20/04-25/04	МТЗ	СЗ-3,6	0.20	1	1	0.3	0.1
12. Прикатывание посева	20/04-25/04	ДТ-75	ЗКН-2,8	0.17	1	0	0.13	0.1

Отображение данных выбранной технологии

Передача данных для расчетов

Печать


Cancel

Рис. 2.7.2.6. Отображение базовых данных по выбранной технологии возделывания с/х культуры

3. Введите нужные для расчетов значения параметров (форма снабжена линейками прокрутки, что позволяет видеть любой участок технологической карты) и нажмите на кнопку **Передача данных для расчетов**. При этом технологическая карта с новыми значениями параметров занесется в информационный пул для использования в дальнейших расчетах и произойдет возврат в основную форму (рис. 2.7.2.5). Содержимое формы измени-

лось. Вместо кнопки **Расчет стандартной технологии** появилась кнопка **Расчет по обновленным и/д.**

4. Нажмите на кнопку **Расчет по обновленным и/д.** На нижней панельке формы появится сообщение *Затраты по стандартной технологии рассчитаны.* Для просмотра результатов обсчета надо нажать на кнопку **Справка затрат** (описание справки приведено далее).
7. Для осуществления расчета по произвольной технологии (третья схема) действия пользователя сводятся к следующей последовательности (7.1 – 7.3):
 1. Выбор операции (следующей операции) по перечню основных операций технологии с помощью мышки в левом окошечке;
 2. Подтверждении выбора операции нажатием кнопки **Выполнить.** В результате этих действий, выбранная строка операции окрашивается в зеленый цвет, а правая таблица заполняется соответствующими данной операции среднестатистическими значениями ее информационной расшифровки. Пользователь должен просмотреть всю таблицу и, при необходимости, заменить значение требуемого параметра.
 3. Для подтверждения правильности подготовки данных в этой (очередной) технологической операции и для ее выполнения нажмите на кнопку **Подтвердить.** Результаты расчета – затраты на текущую операцию, текущие суммарные затраты на 1 гектар и в целом на поле – отображаются в информационных строках в нижней части формы (рис. 2.7.2.7)

Последовательность действий 7.1 – 7.3 повторяется до полного или выборочного обсчета всех операций, входящих в перечень по выбранной технологии.

При этом на форме остаются активными только те управляющие элементы (список, кнопки), которые определяют нужную последовательность действий, что ведет к минимизации ошибок в работе программы Используются поочередно кнопки **Выполнить** и **Подтвердить.**

Затраты технологические

Расчет затрат на возделывание с/х культуры - "Ячмень" на поле площадью = 14.1 га
интенсивная технология возделывания с/х культуры - Ячмень
(Экстенсивная 20-29 ц/га, нормальная 30-39 ц/га, интенсивная 40-50 ц/га)

Вводите планируемый урожай, ц/га
70.0 OK Расчет по обновленным и/д

Дозы NPK в кг д.в. на 1 га N= 152.0 P= 164.5 K= 71.4

Выберите очередную операцию для расчета затрат

Наименование	Величина
1. Срок проведения (оптимальный)	10/06-20/06
2. Техническое средство - трактор, автомобиль	МТЗ
3. Техническое средство - машина	ОПШ-15, ПОМ-63
4. Условные гектары	0.17
5. Обслуживающий персонал - механизаторы	1
6. Обслуживающий персонал - рабочие	1
7. Затраты труда механизаторов на 1га, чел/час	0.22
8. Затраты труда рабочих на 1га, чел/час	0.22
9. Затраты горючего на 1га, кг	1.05

Нажмите для заполнения таблицы -----> Выполнить

Затраты на операцию составили 191.0руб.
Суммарные затраты на 1 га : 4568.7руб

Применить

Затраты на поле (тыс.руб.) : суммарные 64.4 на операц

Вызов технологической карты Справка затрат Close

Рис. 2.7.2.7. Содержание основной формы при расчете технологических затрат по третьей схеме

8. Если расчеты по технологии по одной из выбранных схем завершены или есть необходимость ознакомиться с затратами по статьям в процессе вычислений, то это можно сделать, щелкнув мышкой по кнопке **Справка затрат**. В результате этого действия откроется новая форма **Таблица** со сводной таблицей затрат. В открывшейся таблице содержатся сведения о затратах по 18 статьям (на 1 гектар и в целом по полю) на возделывание выбранной с/х культуры в условиях конкретного поля. В таблице также отображаются итоговые затраты и рентабельность. На форме имеется линейка прокрутки, которая позволяет просматривать все данные таблицы справки затрат.
9. Для возврата в основную форму надо нажать на кнопку **Close**. Здесь (в основной форме задачи) можно продолжить работу на другом технологическом уровне или с другими стоимостными данными.

Для завершения работы этой программы и выхода в пользовательское меню системы ЛИССОЗ надо снова нажать на кнопку **Close**. Все варианты решения протоколируются, что позволяет осуществить сравнительный анализ решений, и после завершения задачи.

2.7.3. АВТОНОМНАЯ ЗАДАЧА АГРОЭКОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ ОБРАБОТКИ ПОЧВ

Меню автономные задачи объединяет команды:

- Задача определения эффективного способа обработки почвы;
- Технологии машинной обработки почв и возделывания с/х культур.

Эти команды предназначены для запуска на выполнение автономных задач с одноименным названием. Под автономными задачами будем понимать задачи не связанные между собой общей информационной базой, а и использующие индивидуальные данные из специализированных БД, которые создаются и заполняются при разработке программы. Эти базы данных не подлежат корректировке пользователем, поэтому в данной версии ЛИССОЗ не описываются.

Работы с данным меню возможна на любом шаге работы информационного модуля ЛИССОЗ (программы ZadahiXoz.exe).

Команда меню – Задача определения эффективного способа обработки почвы.

Назначение этой команды следует из ее названия. Задача по выбору оптимальной системы обработки почв выполняется в автономном режиме - посредством последовательного заполнения пользователем меню запроса о состоянии основных факторов, влияющих на выбор оптимальной системы обработки под планируемую культуру в условиях конкретного поля.

Набор анализируемых факторов, число и количественные значения рассматриваемых в них градаций меняется в зависимости от планируемой культуры. Алгоритм и нормативная база анализа разработаны в Лаборатории

систем земледелия ВНИИЗиЗПЭ (И.Г. Пыхтин).

Для запуска на выполнение этой команды надо осуществить следующие действия:

1. Щелкните мышкой по меню *Автономные задачи* и в открывшемся меню (рис. 2.7.3.1) Выберите команду *Задача определения эффективного способа обработки почвы*. В результате этого действия откроется новая форма *Обработка почвы* (рис. 2.7.3.2). В верхней панельке на этой форме представлено название задачи и имя автора используемого метода. В центральной части формы находится окошечко с надписью *Выберите С/Х культуру для анализа*;

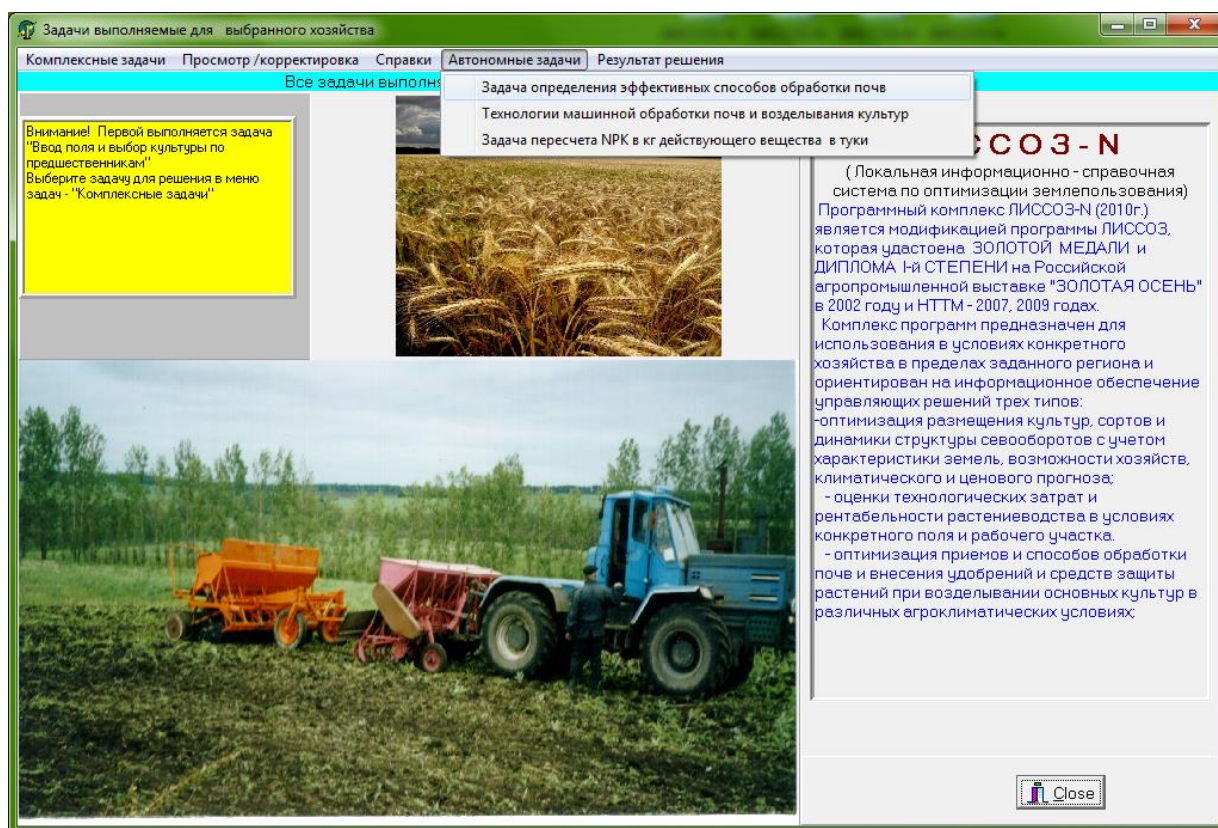


Рис. 2.7.3.1. Команды меню “Автономные задачи”

2. Щелкните мышкой по стрелочке в этом окошечке и в открывшемся списке выберите наименование нужной с/х культуры. В результате этого действия появится информация о количестве способов обработки почвы и числе анализируемых условий по выбору наиболее предпочтительного способа (внизу под окошечком синим цветом), а также перечень анализи-

руемых условий (справа от окошечка). Кроме этого внизу под этими сообщениями активизируется кнопка с надписью *Если с/х культура выбрана, щелкни по мне* (рис. 2.7.3.3);

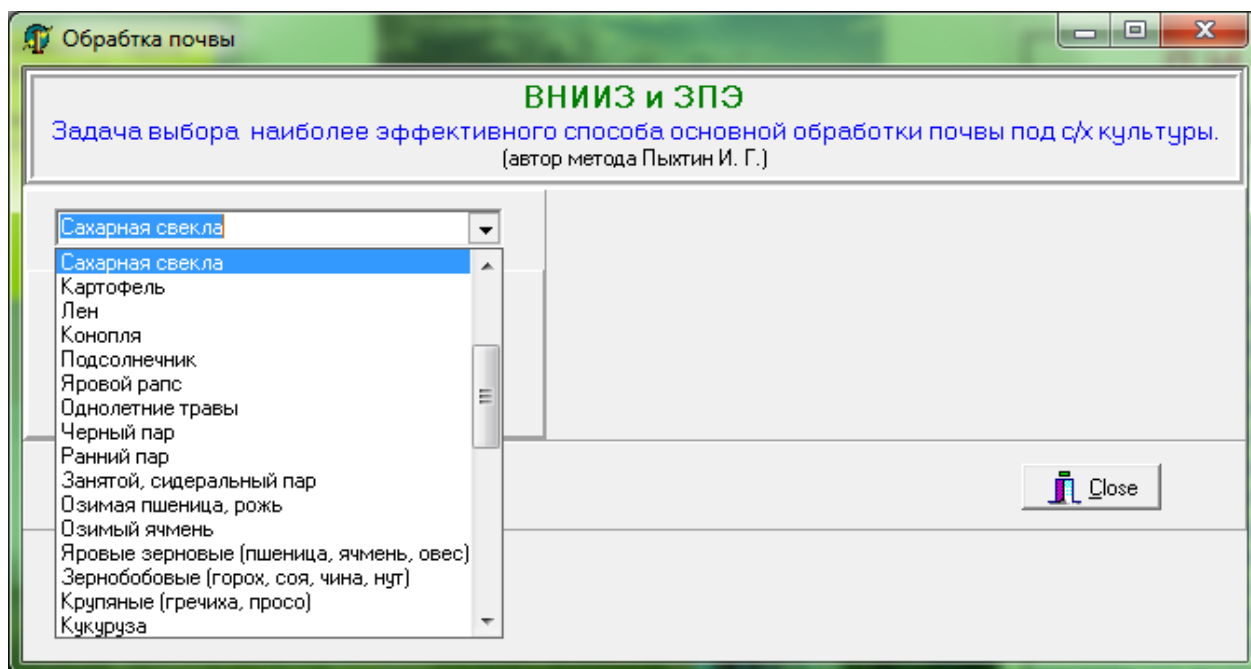


Рис. 2.7.3.2. Выбор культуры для решения “Автономные задачи”

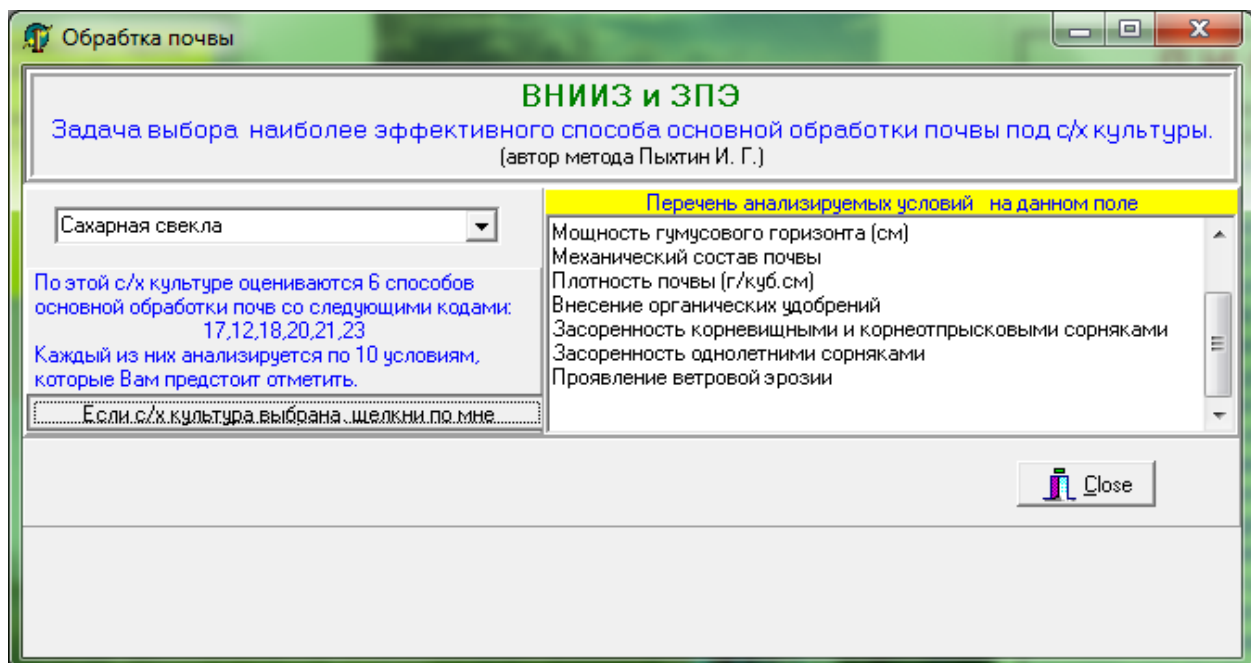


Рис. 2.7.3.3. Отображение формы после выбора с/х культуры

3. Щелкните мышкой по кнопке с надписью *Если с/х культура выбрана, щелкни по мне*. В результате этого действия откроется новая форма **Выбор условия** (рис. 2.7.3.4) В верхней панельке на этой форме размещен заголовок *Выберите величину (значение) очередного условия*. Центральная часть формы разделена на две панельки. Левая зеленого цвета панелька предназначена для отображения наименования выбранной с/х культуры и очередного оцениваемого условия (из перечня анализируемых условий, которые были отображены на предыдущей форме). На правой панельке расположено окошечко с надписью *Выберите значение условия* и стрелкой, предназначенное для отображения параметров по каждому из условий. В нижней части формы находится панелька, которая содержит две следующие надписи *Если значение условия выбрано, нажмите кнопку " ОК "* и *Внимание!!! В программе не предусмотрен повтор выбора условия* и единственную кнопку **ОК** , которая в начальный момент не активна.

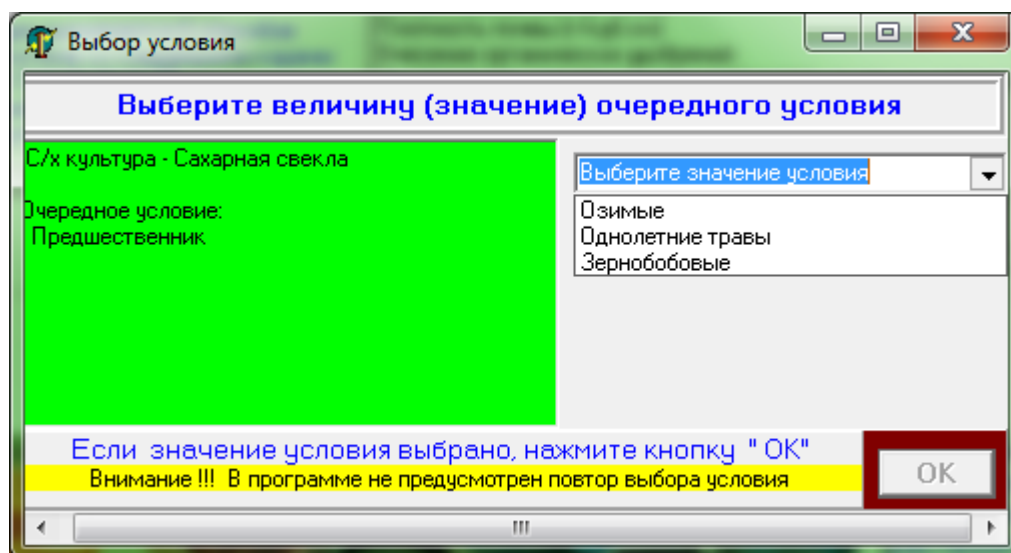


Рис. 2.7.3.4. Представление формы для выбора условия

4. Щелкните мышкой по стрелочке в этом окошечке и в открывшемся списке выберите значение соответствующего параметра. В результате этого действия активизируется кнопка **ОК**.

5. Нажмите на эту кнопку. В результате этого действия произойдет замена условия на левой панельке, в окошечке снова появится надпись **Выберите значение условия**, кнопка **ОК** станет пассивной.
6. Действия по пунктам 4 и 5 повторяются до тех пор, пока не будут выбраны значения параметров по всем анализируемым условиям. При этом произойдет автоматический переход к предыдущей (основной) форме автономной задачи.
7. Основная форма изменится (рис. 2.7.3.5). На ней появится сообщение о результатах анализа способов обработки почв при соответствующих условиях и выбранных значениях параметров. Там же будут приведены в приоритетном порядке наименования отобранных способов обработки почвы. Кроме того на форме появится кнопка **Смотрите**.

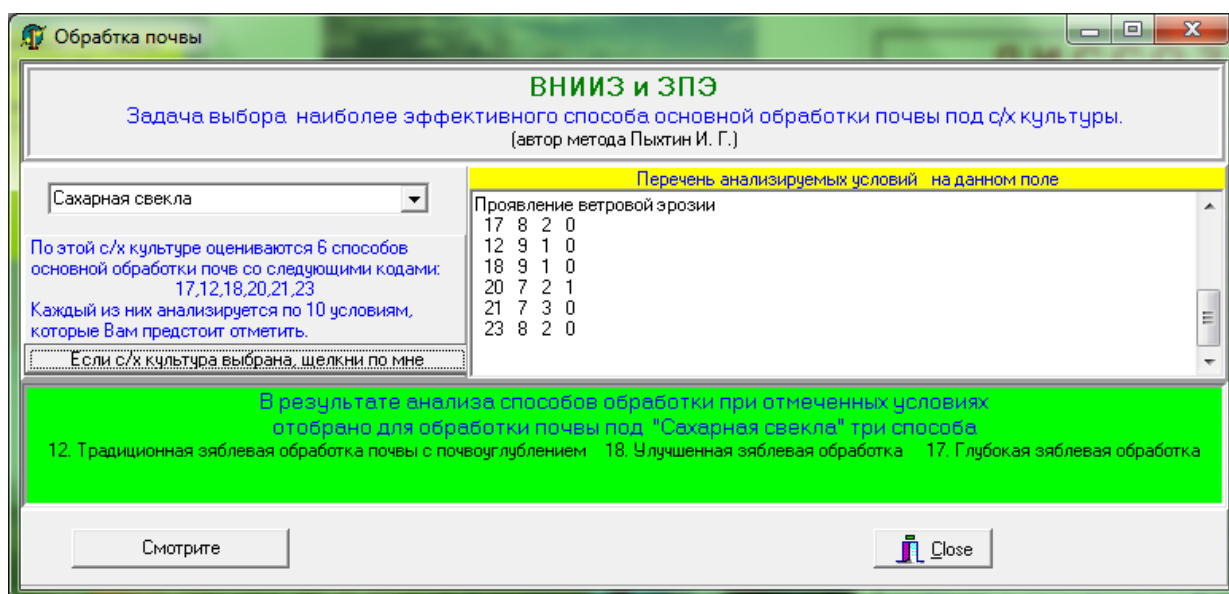


Рис. 2.7.3.5. Отображение на форме отобранных способов обработки почвы

8. Нажмите на кнопку **Смотрите**. Основная форма снова изменится: на ней появятся окна с информацией об отобранных способах обработки почвы и вертикальная линейка прокрутки, позволяющая передвигать окна с информацией по форме для их просмотра (рис. 2.7.3.6). Кроме того на форме появится кнопка **Заккрыть**, нажатие на которую приводит к закрытию информационных окон.

9. Для завершения работа с этой задачей и возврата в главное меню ЛИС-СОЗ надо нажать на кнопку **Close**.

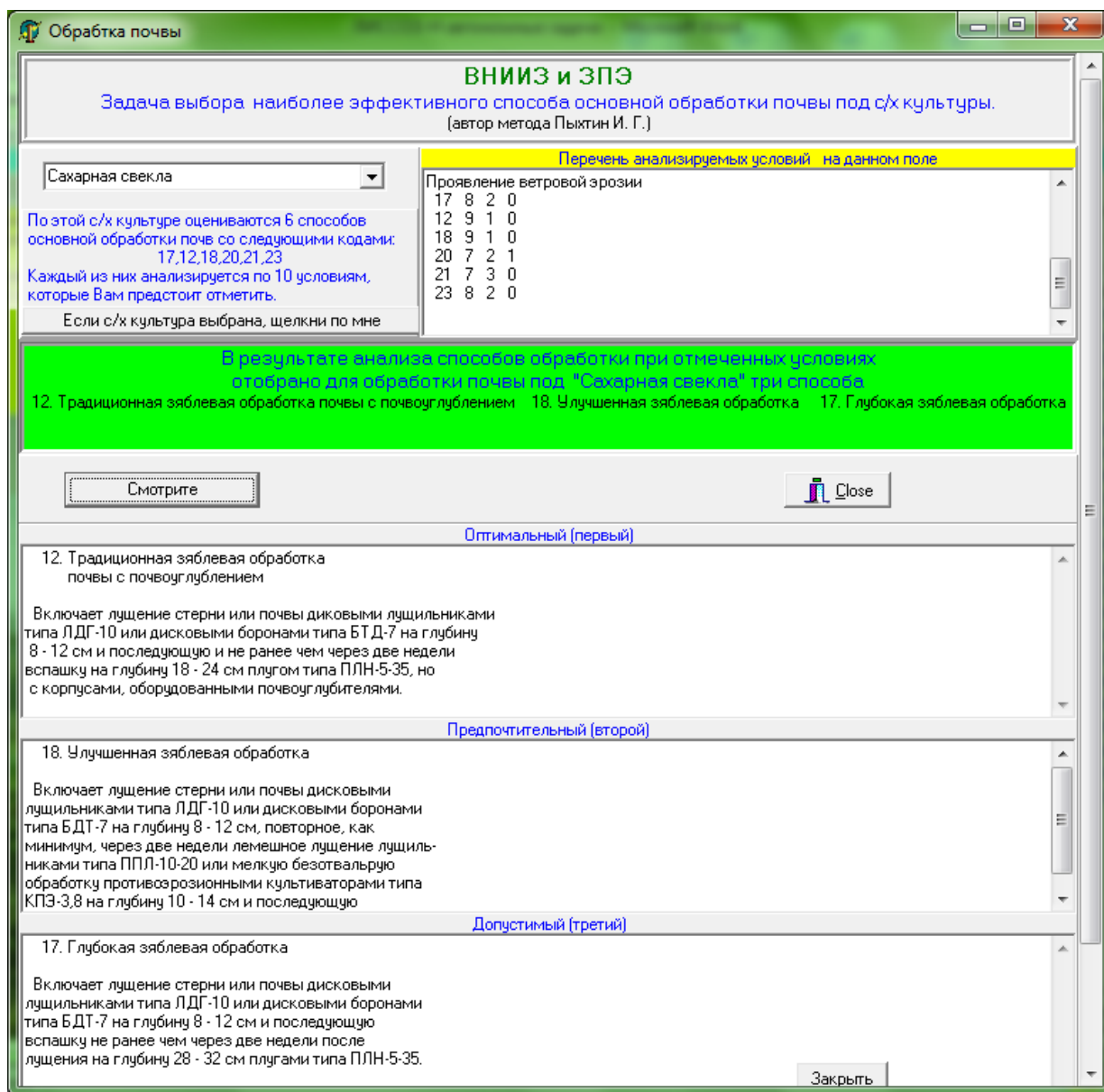


Рис. 2.7.3.6. Отображение информации по отобранным способам обработки почвы

Команда меню – Технологии машинной обработки почв возделывания культур.

Эта команда выдает справочную информацию о технологических операциях, включенных в состав следующих девяти почвовлагосберегающих машинных технологий:

- ◆ Озимых зерновых культур по черному пару;

- ◆ Озимых зерновых культур по стерневому пару;
- ◆ Озимых зерновых культур по занятым парам;
- ◆ Озимых зерновых культур по многолетним травам;
- ◆ Яровых зерновых культур по предшественникам;
- ◆ Сахарной свеклы после озимых (улучшенный способ);
- ◆ Сахарной свеклы после озимых (полупаровой способ);
- ◆ Сахарной свеклы после озимых (предпосевная обработка);
- ◆ Кукуруза на силос и зеленый корм.

Каждая технологическая операция из выше перечисленных технологий содержит следующую информацию: наименование операции, агротехнические требования (*срок проведения и глубину обработки*), состав машино-тракторного агрегата (*марка трактора, машины и сценки, количество машин*), выработка га за 1 час, затраты на 1 га (*труда в чел. часах и горючего в кг*).

Для запуска на выполнение этой команды надо осуществить следующие действия:

1. Щелкните мышкой по меню **Автономные задачи** и в открывшемся меню выберите команду **Задача определения эффективного способа обработки почвы**. В результате этого действия откроется новая форма **Справки о технологиях обработки почв** (рис. 2.7.3.7). В верхней части формы находится панелька с сообщением **Работает меню выбора справочных таблиц**, в центральной – поле для размещения сведений содержащихся в выбранной таблице (в начальный момент они пустые). В нижней части формы находится панелька, содержащая элементы управления. Обратимся к этой панельке.
2. Щелкните мышкой по стрелочке в окошечке с надписью **Выберите нужную таблицу** и в открывшемся списке наименований таблиц почвовлагодоберегающих машинных технологий выберите нужную. После выбора

наименования таблицы нажмите на кнопку **Чтение справки**, которая расположена справа от этого окошечка. В результате этого действия произойдет заполнение формы информацией содержащейся в выбранной таблице.

Справки о технологиях обработки почв

Почвовлагодережающая машинная технология возделывания озимых зерновых культур по занятым парам (парозанимающие предшественники - яровые и озимые злаковые травосмеси, кукуруза на зеленый корм)

Операция	Агротехнические требования	Сроки	Глубина обработки, см	Трактор	Машина	Сцепка	1 час	Труда	Топлива, кг
Мульчирующая обработка почвы	Вслед за уборкой парозанимающей культуры	10-12	10-12	T-150K	АПК-3	1	-	2,06	0,48
				K-701	АПК-6	1	-	4,03	0,26
Безотвальная ярусная обработка почвы	Через 2-3 недели после лущения стерни	80-10	80-10	T-150K	ПШК-3,8	1	-	2,4	0,4
				K-701	ПШК-6,8	1	-	4,13	0,24
Культивации с боронованием	По мере появления сорняков	6-8	6-8	ДТ-75М	КУК-8П-01	1	-	6,74	0,15
Предпосевная культивация с боронованием	25 августа - 10 сентября	4-6	4-6	ДТ-75М	КУК-8П-01	1	-	7,8	0,13
Посев с внесением	Вслед за	4-6	4-6	ДТ-75М	СЭШ-3,6	3	СП-11	4,91	0,40

Озимых зерновых культур по занятым парам

Чтение справки

Close

Справки о технологиях обработки почв

Почвовлагодережающая машинная технология возделывания сахарной свеклы после озимых зерновых культур (Предпосевная обработка почвы, посев и уход за посевами)

Операция	Агротехнические требования	Сроки	Глубина обработки, см	Трактор	Машина	Сцепка	1 час	Труда	Топлива, кг
Закрытие влаги весной	По созревшей почве	2-3	2-3	T-150	Б9СС-1	36	СП-16	6,35	0,16
					(2 следа)				
Предпосевная культивация	При подсыхании почвы	2-3	2-3	T-70С	УСМК-5,4	1	-	1,76	0,57
Посев с внесением минеральных удобрений	Вслед за предпосевной культивацией	2-3	2-3	T-70С	ССТ-12В	1	-	1,56	0,64
Подкормка посевов Кристоном в сочетании с уничтожителем вредителей, болезней, сорняков	При необходимости	-	-	T-70С	ОП-2000	1	-	10,5	0,2

Сахарной свеклы после озимых (предпосевная обработка)

Чтение справки

Close

Рис. 2.7.3.7. Отображение информации по выбранной из списка технологии возделывания с/х культуры

Для возврата в основную форму надо нажать на кнопку **Close**.

Часть III. ПРАКТИКУМ С ОПИСАНИЕМ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО ТЕМАМ АГРОЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Изучение практических основ является необходимым элементом обучения и основывается на теории, изученной в предыдущих модулях.

Вы будете изучать:

- Возможности стандартного статистического пакета программы Excel, используемые для первичного анализа данных по агроэкологическому состоянию почв и земель
- Работу с геостатистической программой SURFER по построению картосхем агроэкологических параметров почв и анализу закономерностей их пространственной дифференциации и взаимосвязи
- Структурно-функциональную организацию, аналитические и методические возможности специализированной программы РАСКАЗ

После изучения модуля вы сможете:

- Проводить частную и комплексную оценку агроэкологического качества почв и земель с использованием стандартного и специализированного программного обеспечения
- Строить, интерпретировать, совмещать и экспортировать картосхемы агроэкологического состояния почв
- Проводить расчеты с помощью Региональной автоматизированной системы комплексной агроэкологической оценки земель и настраивать ее базы данных к условиям конкретного региона и хозяйства

МОДУЛЬ Л1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТОКА CO₂ ИЗ ПОЧВЫ И ГАЗООБМЕНА ЛИСТА

Цель занятия: ознакомиться с методикой изучения газообмена CO₂ в естественных условиях с применением экспозиционных камер.

Описание работы:

Определение газообмена камерным методом основано на том, что концентрация CO₂ в воздухе, входящем и выходящем из камеры, в которой заключен растительный объект или участок почвы, в результате процессов поглощения (фотосинтез) и выделения (дыхание) диоксида углерода, является различной.

Анализируется воздух, входящий и выходящий из камеры с помощью разного типа инфракрасных газоанализаторов или других измерительных устройств, позволяющих фиксировать концентрацию диоксида углерода. Чем больше различие в концентрации CO₂ в воздухе вне камеры и прошедшем через камеру, тем выше точность определения интенсивности фотосинтеза или дыхания.

Камеры бывают двух видов:

- 1) герметичные, в которых концентрация CO₂ в воздухе изменяется в течение времени экспозиции в результате жизнедеятельности листа побега, корневого или микробного дыхания;
- 2) открытые – через которые протягивается воздух с определенной скоростью.

В настоящее время выпускаются разного рода герметичные камеры, которые используются для получения зависимости газообмена от факторов внешней среды. Последние обычно регулируются системой микроклиматического контроля. Чаще всего с такими камерами работают на отделенных от растения листьях, создавая внутри камеры требуемые микроклиматические параметры (свет, температуру воздуха и концентрацию CO₂ в воздухе), но можно работать и на неотделенном от растения листе в течение кратковре-

менного периода. Для измерения круглосуточного газообмена в естественных условиях на неотделенных частях растения обычно используются открытые камеры и одновременно регистрируются параметры окружающей среды.

Экспозиционные камеры имеют один общий недостаток – концентрация CO_2 внутри камеры должна быть ниже, чем в окружающем воздухе. В этом случае несоответствие концентрации CO_2 в камере и в естественных условиях ведет к несоответствию фотосинтеза или дыхания в камере по сравнению с естественными условиями. Поэтому основное требование, предъявляемое к камерам, – создание в них режима, близкого к естественному.

В настоящее время существует довольно много различных типов камер (см. Вознесенский и др., 1965, Оя, 1969; Карпушин, 1971; Schulze, Koch, 1971, Natr, Kousalova, 1965; Negisi, 1966; Eskardt, 1968; Cartledge, Connor, 1972), портативные фотосинтетические системы типа LCA (Analytical Development Co., Ltd., Hertz, England) и пр. В настоящей работе мы будем использовать портативную фотосинтетическую систему Li-Cor 6400 (Li-Cor Inc., USA) газоанализатор Li840 .

Цель работы: определить интенсивность выделения потока CO_2 из почвы.

Объекты исследования. В качестве объектов исследования могут служить контейнеры с почвой без растительного покрова. Размеры контейнера должны позволять установить до 5 экспозиционных камер с диаметром не менее 10 см

Ход выполнения работы. В зависимости от модификации используемого газоанализатора и дополнительного оборудования (наличие специальной камеры для измерения почвенного дыхания) возможны два варианта выполнения работы.

1-ый вариант основан на камерном статическом методе. В качестве камер в этом случае используются небольшие цилиндрические сосуды. Установить камеры непосредственно перед определением потока диоксида углерода в почву на глубину около 4-см. Т.к. почва лишена растительного покрова, то определяемый поток CO_2 представляет собой суммарное дыхание почвенной микрофлоры, листового опада, корней и мортмассы травянистой растительности без учета дыхания надземной фитомассы.

Отбор газовых проб производится шприцем в герметично закрытые вакуумированные стеклянные флаконы (объемом около 15 мл). Первый отбор проб осуществляется сразу же после установки экспозиционных камер. Повторный отбор проб осуществляется через 10 минут.

Отобранные пробы воздуха для определения концентрации CO_2 в изоляторе анализируются с помощью газоанализатора Li 840.

Расчет эмиссии диоксида углерода осуществляется по формуле:

$$F_{\text{CO}_2} = (C_2 - C_1) \cdot H / t,$$

Где: F_{CO_2} – эмиссия CO_2 , $\text{мгС м}^{-2} \text{ час}^{-1}$,

C_1 и C_2 – конечная и начальная концентрации CO_2 внутри изолятора, мг С м^{-3}

H – высота изолятора над поверхностью почвы, м;

t – время экспозиции, ч

Итоговый поток из почвы рассчитывается как среднее между 5-ю изоляторами.

2-й вариант исследования эмиссии CO_2 из основан на определении разности концентраций входящего и выходящего из камеры воздуха с учетом скорости его отбора из камеры и площади поверхности почвы под камерой. Наличие специального оборудования (в нашем случае газоанализатора укомплектованного специальной камерой для измерения почвенного дыхания- LiCor 6400) позволяет значительно уменьшить время, затрачиваемое на выполнение измерений.

Расчет потока CO_2 из почвы в этом случае производится по формуле:

$$F_{CO_2} = (C_2 - C_1) * (V + P) / S,$$

F_{CO_2} – эмиссия CO_2 , мгС м⁻² час⁻¹

C_1 и C_2 – конечная и начальная концентрации CO_2 в камере, мг С л⁻¹,

V – Объем экспозиционной камеры, л;

P – Количество воздуха, отобранного из камеры за время экспозиции, л;

S – площадь поверхности почвы в камере, м²

По аналогичной схеме можно определить фотосинтез отдельного листа или облиственного побега.

Оформление работы.

Каждую задачу практикума описывают в следующем порядке:

1. Цель работы;
2. Объект исследования;
3. Ход определения;
4. Результаты;
5. Выводы.

Промежуточные результаты работы должны быть представлены в таблице:

Таблица 1. Схема оформления промежуточных результатов измерения эмиссии CO_2 из почвы камерным статическим методом

<i>Номер изолятора</i>	<i>C1</i>	<i>C2</i>	<i>F_{CO₂}</i>
1			
2			
3			
4			
5			

Итоговые результаты должны быть представлены в следующей таблице

Таблица 2. Схема оформления итоговых результатов

Тип исследуемого объекта	Средний поток CO ₂ , мгCO ₂ м ⁻² час ⁻¹	Стандартное отклонение

Портативная фотосинтетическая система LiCor 6400 позволяет непосредственно фиксировать поток CO₂, поэтому результаты опыта должны быть представлены в таблице, аналогичной таблице 2

МОДУЛЬ Л2. ИЗМЕРЕНИЕ ПОТОКА МЕТАНА МЕЖДУ ПОЧВОЙ И АТМОСФЕРОЙ СТАТИЧЕСКИМ КАМЕРНЫМ МЕТОДОМ.

Цель занятия: измерить поток метана между почвой и атмосферой в двух контрастных вариантах полевого опыта.

Оборудование и материалы: камеры с основаниями (6 шт.), аккумуляторы (6 шт.), водопроводная вода (30 л), почвенный нож, шприцы объемом 100 мл (12 шт.), флаконы объемом 60 мл с пробками и крышками (36 шт.), почвенный бур, алюминиевые стаканчики с крышками (36 шт.), шпатель, полевой дневник, газовый хроматограф с ПК.

Ход работы:

1. Установить на поверхности почвы основание камеры и заглубить его нижнюю кромку, при необходимости используя нож. Отклонение основания от горизонтальной плоскости должно быть не более 10°. Налить воду в желоб и установить камеру. Закрыть отверстие пробкой с выводной трубкой. Присоединить провод вентилятора к аккумулятору. Аналогично установить остальные камеры (по три в каждом варианте).

2. Проколов пробку флакона, набрать в шприц воздух и сбросить в атмосферу. Повторить эту операцию еще два раза; при этом остаточный воздух во флаконе (около 0,04 атм) будет несущественно влиять на результат измерения.

3. Присоединить шприц к выводной трубке камеры и прокачать воздух поршнем три раза. Затем набрать воздух, отмечая время, и ввести в вакуумированный флакон. Создаваемое избыточное давление во флаконе служит контролем его герметичности.

4. Повторить отбор проб из каждой камеры еще пять раз с интервалом 1 ч.

5. Снять камеру и извлечь из почвы основание. В двух точках площадки, на которой проводилось измерение, отобрать буром пробы почвы из слоев 0–10, 10–20 и 20–40 см. Составить объединенные пробы для каждого слоя из двух единичных, перемешав их шпателем. Из каждой объединенной пробы взять в алюминиевые стаканчики аналитические пробы для определения влажности (15–20 г) и обменного аммония (25–30 г). Аналогично отобрать почвенные пробы на всех площадках.

6. После анализа воздушных проб рассчитать значения q для 6 учетных площадок. При интерпретации результатов используются данные по содержанию влаги, минеральных форм азота и другие характеристики почвы.

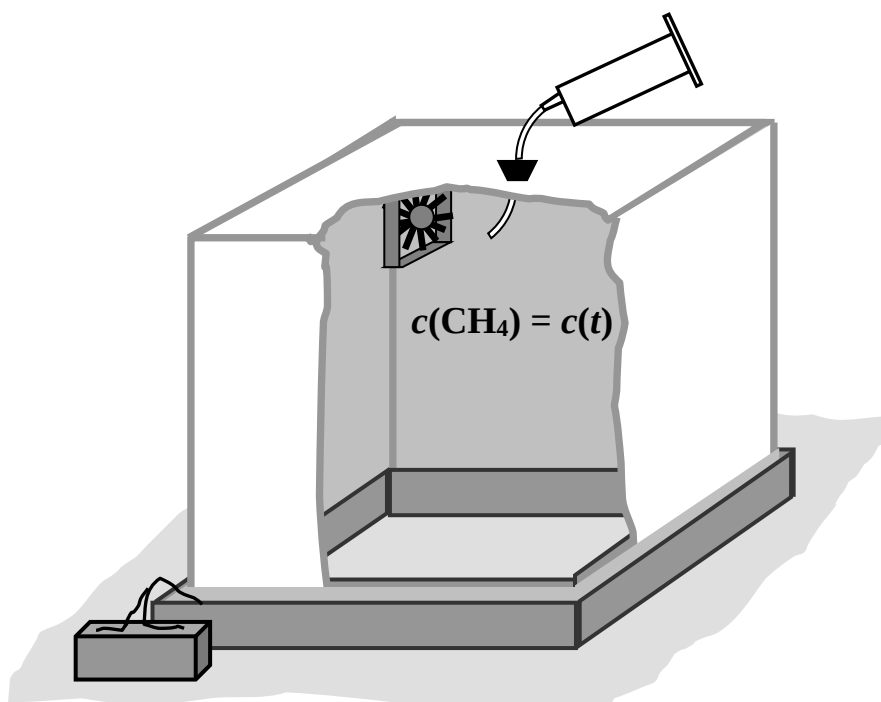
Пример расчета

В полевом опыте на легкосуглинистой дерново-подзолистой почве 28 июня проведено измерение потока метана под ячменем в варианте с внесением $N_{100}P_{150}K_{120}$ и навоза (20 т/га). Объем V камеры 48 л, площадь S горизонтального сечения 0,16 м². Полученные данные приведены в таблице.

По формулам (4) и (5) получаем для $(dc/dt)'$ и s значения –0,084 и 0,003 млн^{–1}/ч, соответственно. Подставляя в уравнение (2) $(dc/dt)'$ в качестве оценки dc/dt , вычисляем оценку интенсивности поглощения метана почвой.

Ее стандартная ошибка рассчитывается аналогично, с заменой в уравнении (2) $(dc/dt)'$ на s . Значения этих показателей составляют соответственно $-17,0$ и $0,7$ $\text{мкг}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$.

Порядковый номер i пробы	Продолжительность t_i экспозиции, ч	Объемная доля c_i' CH_4 , млн^{-1}
1	0,00	1,85
2	0,01	1,82
3	1,62	1,68
4	1,63	1,70
5	3,57	1,53
6	3,58	1,53



МОДУЛЬ ЛЗ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МИКРОБНОЙ БИОМАССЫ МЕТОДОМ СУБСТРАТНОЙ ИНДУКЦИИ.

Цель занятия. Определение микробной биомассы и микробной активности почвы.

Сапротрофная почвенная микрофлора – весьма разнородный комплекс микроорганизмов. Таксономический состав и обилие отдельных групп почвенной микрофлоры колеблются в широких пределах, в зависимости от типа и горизонта почвы, обилия в ней органического вещества, присутствия корней растений, гидротермических условий, пресса микробофагов, и многих других факторов.

Тем не менее, основные функциональные параметры почвенной микрофлоры можно с удовлетворительной точностью предсказать, зная несколько общих характеристик, а именно:

- (1) общую биомассу микроорганизмов,
- (2) общую активность (дыхание) микроорганизмов,

Определение этих характеристик проводится модифицированным респираторным методом в лабораторных условиях.

В рамках данной лабораторной работы студентам предстоит освоить один из методов определения микробной биомассы (субстратно-индуцированное дыхание, Anderson and Domsch 1978); и модификацию респираторного метода определения активности почвенных микроорганизмов, позволяющую оценить не только общую интенсивность микробного дыхания, но и обеспеченность почвенных микробов С, N и Р. Кроме того, студенты будут ознакомлены с "классическими" методами определения микробной биомассы в почве (фумигация-инкубация и фумигация-экстракция).

Объекты исследования: Работа проводится с предварительно отобранными образцами почвы. Содержание $C_{орг}$ в образцах возрастает от ~2 до ~5%, влажность около 50% ПВ. Приготовленные образцы почвы (до 500 г. каждый) могут храниться при 5°C до 3 месяцев.

Необходимое оборудование: Дыхание почвы может оцениваться двумя методами. Предпочтительно использование газоанализатора. В случае его отсутствия дыхание определяется абсорбционным методом. В таком случае подготовить дополнительное оборудование и реактивы, отмеченные ниже звездочкой (*).

- Герметичные широкогорлые сосуды для инкубации почвы, емкостью 200 – 1000 мл с соответствующими крышками и газоотводными трубками.
- Газовый анализатор (LiCor, Infracor) или электронная бюретка* (Eppendorf, Brand)
- Сосуды емкостью 2-5 мл для щелочи*
- Реактивы для титрования: 1Н NaOH*, BaCl₂*, H₂SO₄* (стандарт-титр), фенолфталеин* (спиртовой раствор).
- Термостат на 22°C.

Ход выполнения работы.

Поскольку респираторные методы определения микробной активности требуют довольно длительного времени, все подготовительные процедуры (приготовление и развешивание навесок почвы, приготовление растворов и других реактивов) производят заранее.

Задача 1. Определение базального дыхания почвенной микрофлоры.

Для определения микробной биомассы необходимо вначале измерить нормальную респираторную активность почвенной микрофлоры (базальное дыхание), а затем оценить прирост респираторной активности после внесения в почву глюкозы.

Определение базального дыхания (и субстратно-индуцированного дыхания) производят при стандартной температуре 22°C. Работа выполняется следующим образом. В экспериментальную камеру объемом 500-1000 мл помещается навеска почвы (от 100 до 200 г в пересчете на сухой вес). Пред-

варительно (как минимум за 2-4 дня до выполнения работы) почва должна быть просеяна через сито 4 мм в сыром виде.

Базальное дыхание почвы (эмиссия CO_2) измеряется путем двукратного отбора проб воздуха и их анализа с помощью инфракрасного газоанализатора (LiCor 6400). В зависимости от чувствительности прибора время между измерениями может составлять от 10 до 30 минут. В течение этого времени сосуд с почвой должен быть герметически закрыт. Расчет эмиссии CO_2 из почвы производится по формуле:

$$E_{\text{CO}_2} = (C_2 - C_1) * (V + P) / t / m,$$

E_{CO_2} – эмиссия CO_2 , мкл С г почвы⁻¹ час⁻¹

C_1 и C_2 – начальная и конечная концентрации CO_2 в камере, мкл С л⁻¹,

V – Объем экспозиционной камеры, л;

P – Количество воздуха, отобранного из камеры за время экспозиции, л;

t – время экспозиции почвы, часы;

m – сухой вес почвы, г.

Определение базального дыхания проводят 2-3 раза в течение 1.5 – 2 часов, каждый раз вентилируя сосуд между измерениями.

Задача 2. Определение микробной биомассы методом субстратно-индуцированного дыхания.

Метод субстратно-индуцированного дыхания (СИД) основан на неспецифической респираторной реакции почвенной микрофлоры на внесение в почву глюкозы.

Глюкозу в почву вносят в виде водного раствора. В зависимости от содержания в почве органического вещества, в почву вносится от 4 до 8 мг глюкозы на 1 г сухого веса почвы. При этом влажность почвы не должна превышать 80-90% полной влагоемкости. Определение СИД проводят описанным выше способом, спустя 2, 3 и 4 часа после внесения в почву водного раствора глюкозы. Как правило, субстратно-индуцированное дыхание ($E_{\text{СИД}}$)

почвы через 2-4 часа после внесения глюкозы составляет 2-5 кратную величину базального дыхания (E_{CO_2}).

Для пересчета $E_{сид}$ в микробную биомассу используют простой коэффициент (Beck et al. 1997):

$$C_{мик} = 38 * E_{сид} \text{ (мкл } CO_2 \text{ г}^{-1} \text{ ч}^{-1})$$

где $C_{мик}$ – микробная биомасса, выражаемая в мкг микробного углерода на г сухого веса почвы.

Оформление работы.

Каждую задачу практикума описывают в следующем порядке:

1. Цель работы;
2. Объект исследования;
3. Ход определения;
4. Результаты.

Все эксперименты выполняются как минимум в 3 повторностях. После получения результатов каждого эксперимента необходимо провести простейший статистический анализ результатов (определение среднего и стандартного отклонения). По возможности, определения микробной биомассы и активности проводятся в ряде образцов почвы, отличающихся по содержанию $C_{орг}$.

Основные результаты работы могут выглядеть следующим образом:

Образец почвы	$C_{орг}$ (%)	Повторность	Базальное дыхание (E_{CO_2})	Микробная биомасса ($C_{мик}$)
А	2.7	1		
А	2.7	2		
А	2.7	3		
А		Среднее		
А		Ст. откл		
Б...	3.5	1		

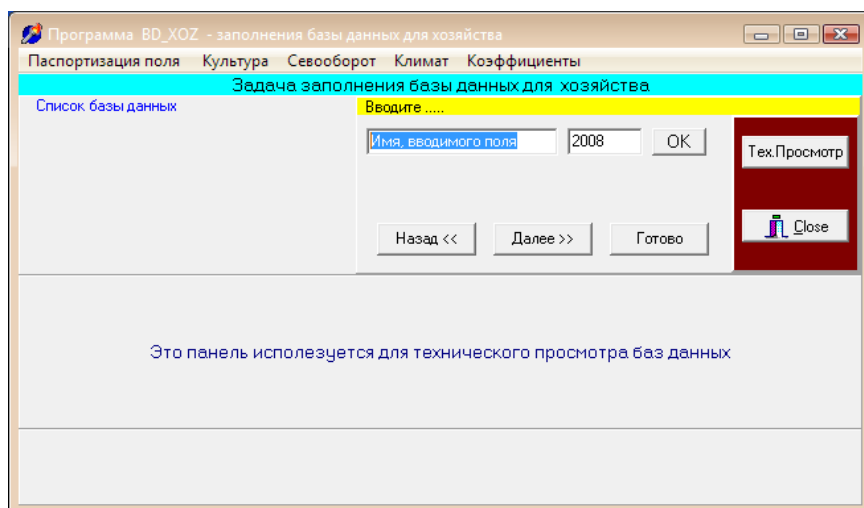
После анализа результатов необходимо сделать краткие **Выводы**, в том числе оценить связь между (а) микробной биомассой и микробным дыханием почвы, а также (б) между микробной активностью почвы и содержанием в ней органического вещества

МОДУЛЬ Л4. СОЗДАНИЕ И ВЕДЕНИЕ АГРОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ИСТОРИИ ПОЛЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММЫ «ЛИССОЗ».

Цель занятия: приобрести практические навыки ведения истории полей хозяйств с регистрацией почвенно-агроэкологических характеристик вплоть до отдельного рабочего участка поля для последующего анализа в ЛИССОЗ.

Ход работы:

1. Запускаем ярлык учебной базы данных «Vd_orrx». В появившемся окне вводим название Вашего поля «Поле XX», где XX – номер компьютера, за которым Вы работаете, вводим 2010 год, нажимаем «ОК» и «Далее».



2. В появившемся окне «Начало ввода данных для поля – «название Вашего поля»» вводим основные ситуационные и агроэкологические параметры почв, нажимаем «Продолжение», в появившемся окне с названием Вашего поля нажимаем «Далее».

Начало ввода данных для поля -

Метрические характеристики поля			Средние параметры почв		
Наименования	Размерн.	Значения	Наименования	Размерн.	Значения
Площадь поля	га		Кислотность (рН солевой)	рН	
Длина гона	км		Гидролит. кислотность	мг-экв/100г	
Удаление от склада ГСМ	км		Содержание гумуса	%	
Удаление от склада урожая	км		Мощность гум. горизонта	см	
Удаление от склада удобрений	км		Содерж. фосфора (по Чирикову)	мг/кг	
Крутизна склонов	град		Содерж. калия (по Чирикову)	мг/кг	
Плотность сложения	г/куб.см		Содерж. азота (по Корндфильду)	мг/кг	
Экспозиция склонов (сев./южн.)	-		Сумма поглощенных оснований	мг-экв/100г	
			Насыщенность основаниями	%	
			Бонитировочная оценка пашни	балл	

Тип (подтип) почв: Степень эрозии почв:

Мех. состав почвы:

Вводите паспортные данные для поля - Продолжение

3. В появившемся окне «Продолжение ввода данных для поля – «название Вашего поля»» вводим известные дозы внесения удобрений, а также историю возделываемых культур и полученную урожайность. После заполнения всех имеющихся данных нажимаем кнопку «Завершение».

Продолжение ввода данных для поля -

Дозы внесения удобрений по годам (за 10 лет)						История поля за 10 лет		
Год\Вид	Орган., т/га	Извес., т/га	Азотные, кг/га	Фосфор., кг/га	Калийн., кг/га	Годы	Культура	Урожай, ц/га
0						0		
-1						-1		
-2						-2		
-3						-3		
-4						-4		
-5						-5		
-6						-6		
-7						-7		
-8						-8		
-9						-9		

Если все данные на этой странице заполнены, нажмите кнопку "Завершение"

Выполняется задача по паспортизации нового поля Завершение

4. При наличии дополнительных климатических данных местонахождения вводимого поля открываем закладку «Климат» и в зависимости от имеющихся в наличии данных корректируем таблицы.
5. При наличии данных о среднестатистических суммах температур, наблюдаемых на территории хозяйства и датах перехода через 5,10⁰С, открываем закладку «Заполнение таблиц температур», вводим данные, нажимаем «Выполнить».

Таблица климатических данных

Вводите среднестатистические суммы температур, наблюдаемые на территории хозяйства

	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь
Мак сумма $T > 5$ град.	167	478	583	663	620	424	168
Сумма $T > 5$ град.	128	412	516	592	558	375	129
Сумма $T > 10$ град.	25	412	516	592	558	311	0

Даты перехода через $T > 5, 10$ градусов

	весна		осень	
Порядковый номер -->	день	месяц	день	месяц
Для Мак сумм $T > 5$ град.	5	4	25	10
Для сумм $T > 5$ град.	13	4	18	10
Для сумм $T > 10$ град.	29	4	25	9

Внимание! Перед нажатием на кнопку "Выполнить", все ячейки таблиц должны быть заполнены целыми числами —>

Выполнить

Close

6. При наличии данных о константах ФАР по анализируемому региону, открываем закладку «Таблица констант ФАР», корректируем имеющиеся данные и нажимаем «Выполнить».

Константы ФАР

Вводите константы, используемые для определения ФАР $\{A_f, B_f\}$ и радиационного баланса $\{A_b, B_b\}$

Месяц	$A_f \cdot 10^{** -1}$	$B_f \cdot 10^{** -3}$	$A_b \cdot 10^{** -1}$	$B_b \cdot 10^{** -3}$
апрель	32.11	11.30	16.54	17.27
май	26.31	9.26	12.30	12.85
июнь	25.64	9.03	12.40	12.95
июль	23.20	8.16	10.39	10.84
август	18.73	6.59	8.07	8.42
сентябрь	16.30	5.73	6.45	6.74
октябрь	13.83	4.87	4.64	4.84

Внимание! Если содержимое таблицы не соответствует данным для Вашего региона, введите нужные значения и нажмите кнопку "Выполнить" —>

Выполнить

Close

7. При наличии данных о среднестатистическом количестве осадков по месяцам, выпадавших в данном хозяйстве, открываем закладку «Осадки», корректируем данные и нажимаем «Выполнить», «Заккрыть».

январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь
56	52	49	40	62	66	77	73	45	47	66	71

Для просмотра введенных данных нажимаем «Паспортизация поля», выбираем «Просмотр/Корректировка», в открывшемся списке находим введенное Вами поле, пользуемся диалоговыми клавишами для просмотра и/или изменения введенных данных.

МОДУЛЬ Л5. РАСЧЕТ ОСНОВНЫХ АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ И ПЛАНИРУЕМОЙ УРОЖАЙНОСТИ ПРОЕКТИРУЕМОГО РАБОЧЕГО УЧАСТКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММЫ «ЛИССОЗ».

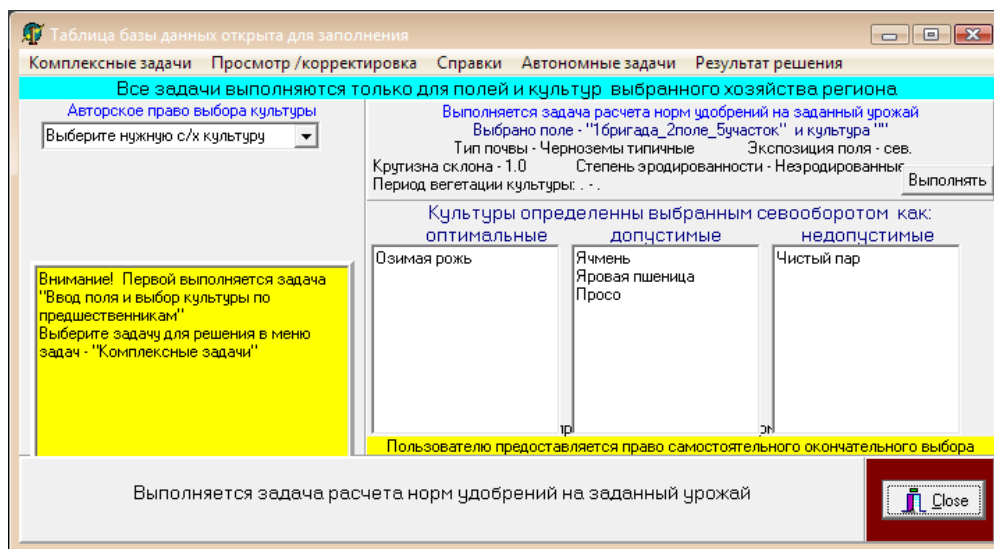
Цель занятия: приобрести практические навыки производства расчетов основных агроэкологических и климатических параметров созданного ранние поля / рабочего участка.

Ход работы:

1. Запускаем ярлык ГИС ЛИССОЗ «Zadahi_hoz»

2. Выбираем закладку «Комплексные задачи» и в открывшемся списке выбираем первую задачу «Ввод поля и выбор культуры по предшественни-

кам». Указываем анализируемое, созданное ранее поле хозяйства в графе «Вводите нужное поле хозяйства». В графе со списком севооборотов выбираем необходимый севооборот в порядке «Предшественник – Пред-предшественник». В графе «Выберете нужную с/х культуру» выбираем необходимую культуру с учетом расположенной справа таблицы совместимости культур.



3. Выбираем закладку «Комплексные задачи» и в открывшемся списке выбираем вторую задачу «Расчет потенциального урожая на данном поле». При этом в правой верхней части экрана загорится краткая характеристика выбранного рабочего участка. Нажимаем кнопку «Выполнять». Расчет потенциального урожая заданной с/х культуры при этом будет проводиться по среднесноголетним данным количества осадков, выпавшим в данном хозяйстве. Для задания произвольного распределения осадков из персонального задания необходимо нажать на одноименную кнопку панели, расположенную в центральной нижней части окна. В нижней графе распределения осадков вводим необходимые значения и нажимаем кнопку под таблицей «Заполните таблицу и для выполнения расчетов...». В нижней таблице «Значение потенциального урожая, обеспеченного:» в нижней графе отобразится расчет урожайности по заданным параметрам. Необходимо переписать полученные

значения или сделать снимок экрана сочетанием клавиш «Alt+Print Screen» и вставить его из буфера обмена в любое приложение MS Office для последующего анализа.

ФАР, влагообеспеченность, климатические условия

Расчет потенциального урожая с/х культуры - "Озимая рожь" возделываемой на поле - "1бригада_2поле_5участок"

Среднее статистическое количество осадков по месяцам, выпавших в данном хозяйстве

январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь
56	52	49	40	62	66	77	73	45	47	66	71

Количество влаги, задаваемое для расчетов на выбранном поле

50	64	52	37	54	59	74	69	49	36	39	52
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Заполните таблицу и для выполнения расчетов нажмите на меня

Значение потенциального урожая, обеспеченного:

Вариант расчета	Приходом ФАР на поле	Продуктивной влагой	Приходом ФАР и агроклиматическими условиями
По средним	65.06 ц/га	79.89 ц/га	52.40 ц/га
По заданным	65.06 ц/га	51.16 ц/га	48.30 ц/га

Для задания произвольного распределения осадков - нажми на меня

Close

4. Выбираем закладку «Комплексные задачи» и в открывшемся списке выбираем третью задачу «Расчет норм удобрений на заданный урожай». В правой верхней части окна нажимаем кнопку «Выполнять». Вводим планируемую урожайность культуры в центнерах с гектара из персонального задания и нажимаем «Выполнять». Сохраняем полученные данные для дальнейшего анализа.

Расчет норм внесения удобрений под культуру - "Ячмень" осуществляется по рекомендациям ЦИНАО за 2000 г с соответствующими им нормативными данными и характеристиками заданных поля и культуры

Вводите планируемую урожайность, ц/га 45

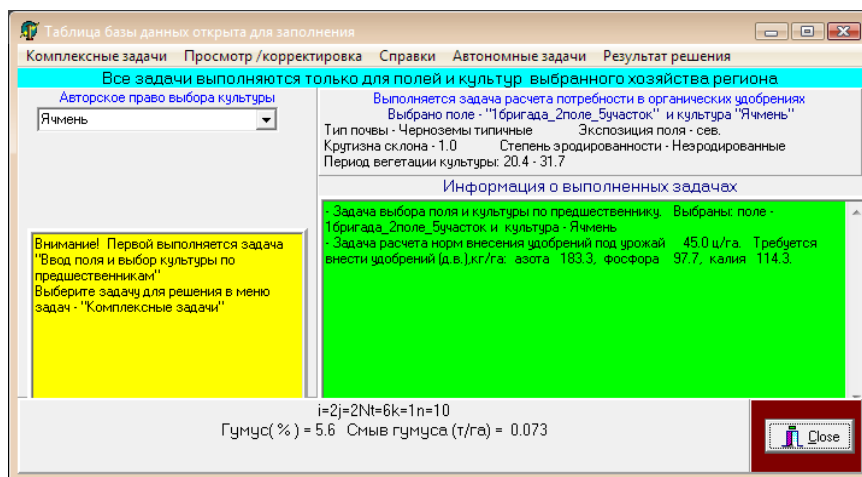
Выполнять

Норма питательного вещества на заданный урожай, кг/га

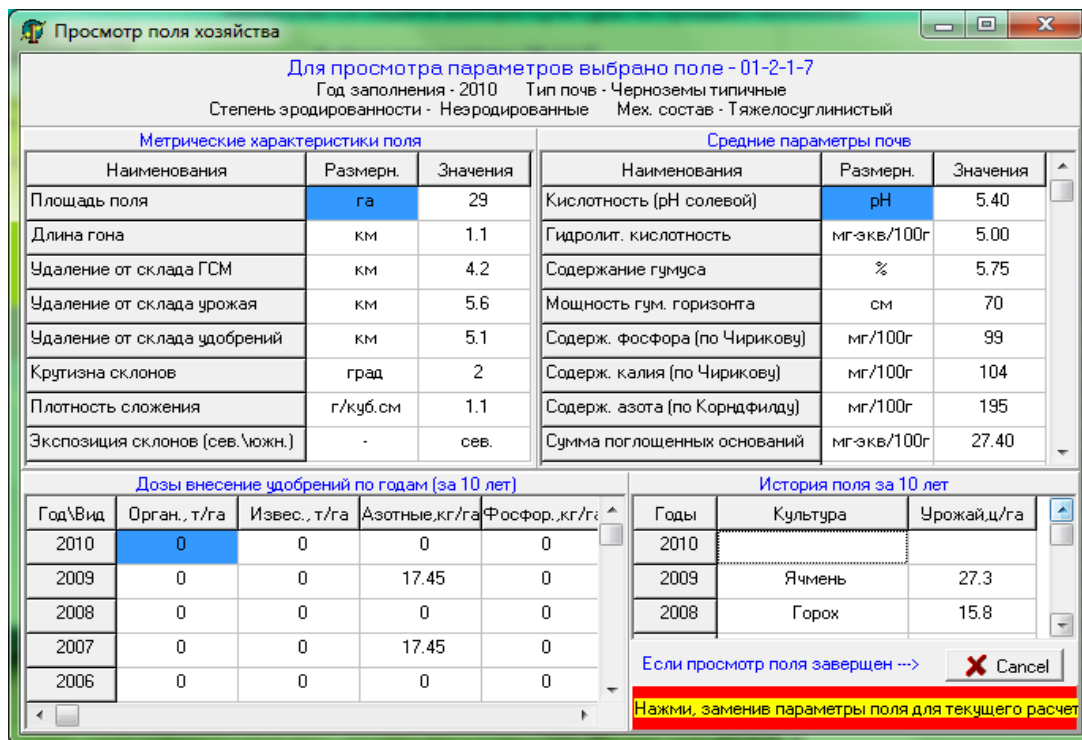
всего	азот	фосфор	калий
395.39	183.33	97.74	114.32

Close

5. Выбираем закладку «Комплексные задачи» и в открывшемся списке выбираем четвертую задачу «Расчет потребности в органических удобрениях по содержанию гумуса». В правой верхней части окна нажимаем кнопку «Выполнять». Фиксируем полученные данные, отображенные в нижней центральной части окна для последующего анализа.



6. Далее для подготовки отчета по почвенно-экологическим характеристикам и обеспеченности питательными веществами под планируемую урожайность культуры выбранного рабочего участка нам необходимо вывести параметры анализируемого участка. Выбираем закладку «Просмотр / корректировка», в отобразившемся меню открываем вкладку «Просмотр параметров уже выбранного поля». Сохраняем полученные данные для дальнейшего анализа.



Анализируем полученные данные и подготавливаем промежуточный отчет по проделанной работе.

МОДУЛЬ Л6. АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРУЕМЫХ ДОЗ УДОБРЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММЫ «ЛИССОЗ».

Цель занятия: приобрести практические навыки агроэкологической оптимизации доз питательных веществ, необходимых для достижения планируемой урожайности балансовым методом с учетом основных почвенно-агроэкологических особенностей поля или рабочего участка в ЛИССОЗ.

Ход работы:

1. Запускаем ярлык ГИС ЛИССОЗ «Zadahi_hoz» и проделываем все шаги предыдущей работы:
 - 1.1. Выбираем закладку «Комплексные задачи» и в открывшемся списке выбираем первую задачу «Ввод поля и выбор культуры по предшественникам». Указываем анализируемое, созданное ранее поле хозяйства в графе «Вводите нужное поле хозяйства». В графе со списком севооборотов выбираем необходимый севооборот в порядке «Предшественник – Пред-предшественник». В графе «Выберете нужную с/х культуру» выбираем необходимую культуру с учетом расположенной справа таблицы совместимости культур.
 - 1.2. Выбираем закладку «Комплексные задачи» и в открывшемся списке выбираем вторую задачу «Расчет потенциального урожая на данном поле». При этом в правой верхней части экрана загорится краткая характеристика выбранного рабочего участка. Нажимаем кнопку «Выполнять». Расчет потенциального урожая заданной с/х культуры при этом будет проводиться по средненоголетним данным количества осадков, выпавшим в данном хозяйстве. Для задания произвольного распределения осадков из персонального задания необходимо нажать на одноименную кнопку панели, расположенную в центральной нижней части окна. В нижней графе распределения

осадков вводим необходимые значения и нажимаем кнопку под таблицей «Заполните таблицу и для выполнения расчетов...». В нижней таблице «Значение потенциального урожая, обеспеченного:» в нижней графе отобразится расчет урожайности по заданным параметрам.

- 1.3. Выбираем закладку «Комплексные задачи» и в открывшемся списке выбираем третью задачу «Расчет норм удобрений на заданный урожай». В правой верхней части окна нажимаем кнопку «Выполнять». Вводим планируемую урожайность культуры в центнерах с гектара из персонального задания и нажимаем «Выполнять».
- 1.4. Выбираем закладку «Комплексные задачи» и в открывшемся списке выбираем четвертую задачу «Расчет потребности в органических удобрениях по содержанию гумуса». В правой верхней части окна нажимаем кнопку «Выполнять».
- 1.5. Выбираем закладку «Комплексные задачи» и в открывшемся списке выбираем четвертую задачу «Расчет потребности в органических удобрениях по содержанию гумуса».
2. Выбираем закладку «Комплексные задачи» и в открывшемся списке выбираем пятую задачу «Расчет урожая с/х культуры на выбранном поле». Сначала вносим стоимость одного центнера продукции в рублях. Далее производим расчет необходимого внесения органических и минеральных удобрений на планируемую урожайность балансовым методом по действующему
Параллельно вводится стоимость применяемых удобрений и навоза. Стоимость сложных удобрений, в среднем, равняется 8 р./кг, стоимость калийных и азотных удобрений, в среднем, равняется 6 р./кг, стоимость фосфорных – 7 р./кг. При этом, рекомендуемые нормы внесения минеральных удобрений по действующему веществу отображаются в верхней левой части окна на зеленом фоне, а полученные результаты обеспечения

урожая за счет внесения удобрений – в левой нижней таблице окна программы. При изменении введенных данных для отображения новых результатов на таблице обеспеченности необходимо нажать кнопку «Выполнять».веществу удобрений.

Выполняется задача расчета урожайности с/х культуры - Ячмень
в зависимости от плодородия почвы и вносимых доз минеральных и органических удобрений

При расчете норм внесения удобрений под урожай - 45.0 ц/га с учетом внесения органических удобрений (0 т/га), а также мин. и орг. удобрений под предшественник, получены следующие нормы внесения минеральных удобрений: азотных - 183 фосфорных - 98 калийных - 114 кг д. в. на гектар.

Для расчета урожайности заполните таблицы (доза, цена) по планируемым к внесению удобрений под рассматриваемую культуру.

Сложные удобрения (N,P,K), доза - кг, цена - руб./кг

Внимание! Во всех заполняемых таблицах в скобках после названия удобрения занесено содержание действующего вещества в процентах	Нитрофоска, марка В(11.5,11.5,11.5 %)		
	Нитрофоска, марка Б(13, 13, 13 %)		
	Нитрофоска, марка А(16.5,16.5,16.5 %)		
	Нитроаммофоска (16, 16, 16 %)		
	Аммофос (12, 39.5, 0 %)		
	Нитрофос (20, 14.4, 0 %)		

Внесено NPK кг д.в.: с навозом = 0 - 0 - 0, с мин. удобр.= 0 - 0 - 0
Урожай Ячмень = 15.5 ц/га в том числе:

Урожайность обеспеченная за счет:	всего	азот	фосфор	калий
- плодородия почвы, ц/га	15.52	9.74	29.01	17.78
- плод. почвы и органич. удобрений, ц/га	15.52	9.74	29.01	17.78
- плод. почвы, орг. и мин. удобрений, ц/га	15.52	9.74	29.01	17.78

Экономический эффект " Урожай - Удобрения" составит:
4655.0 - 0.0 = 4655.0 рублей

Органические удобрения в эквиваленте подстилочного навоза, т/га: 0.0
Стоимость внесения навоза, руб/т: 0.0

Простые азотные удобрения, доза - кг, цена - руб./кг

Сульфат аммония (20.5%)		
Амиачная селитра (34.9%)		
Мочевина (46.0%)		
Водный аммиак (18.0%)		
Безводный аммиак (82.0%)		

Простые фосфорные удобрения, доза - кг, цена - руб./кг

Суперфосфат простой гранулир.(19.5%)		
Суперфосфат двойной гранулир.(45.8%)		
Фосфоритная мука (20.5%)		

Простые калийные удобрения, доза - кг, цена - руб./кг

Хлористый калий (60.0%)		
Сернокислый калий (52.0%)		
Калимагнезия (27.0%)		
Калийная соль (40.0%)		

Выполнять Сброс Close

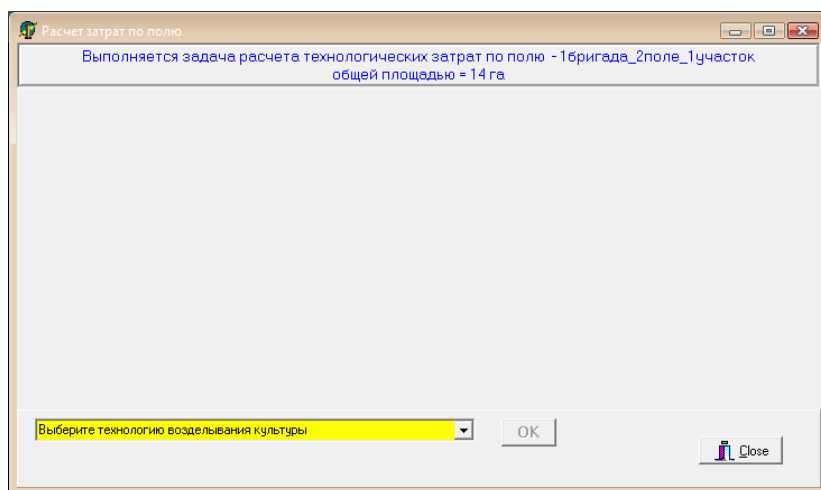
Полученные оптимизированные результаты внесения необходимого количества органических и минеральных удобрений и предварительной экономической эффективности операций переписываем или делаем снимок экрана сочетанием клавиш «Alt+Print Screen» и вставляем его из буфера обмена в любое приложение MS Office для последующей работы.

МОДУЛЬ Л7. АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРУЕМЫХ АГРОТЕХНОЛОГИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММЫ «ЛИССОЗ».

Цель занятия: приобрести практические навыки проектирования экологически безопасного, экономически эффективного и сбалансированного производства продукции растениеводства с использованием ЛИССОЗ.

Ход работы:

1. Прodelать пункты 1-2 предыдущей работы по записанным данным.
2. Выбираем закладку «Комплексные задачи» и в открывшемся списке выбираем шестую задачу «Экспресс-анализ затрат на поле». В графе «Выберете технологию возделывания культуры» указываем необходимую технологию из списка и нажимаем «ОК».



3. В появившемся окне вводим цену в рублях одного человеко-часа (75 р.) и 1 кг горючего (20 р.). При необходимости отменяем выполнение рекомендуемых технологических операции (снимая красные галочки напротив операции), нажимаем кнопку «Выполнить».

Расчет затрат по полю

Выполняется задача расчета технологических затрат по полю - 01-2-1-5
общей площадью = 14.1 га

Почвовлагоделяющая машинная технология возделывания яровых зерновых культур
(предшественника - сахарная свекла, кукуруза, крупяные)

Названия операций	Учет опер.	Выработка за 1 час, га	Затраты труда на 1 га, чел.-час	Затраты топлива на 1 га, кг	Затр. на операции по полю, руб.
Лушение стерни (дисковое)	☒	2.26	0.44	7.37	
Безотвальная ярусная обработка почвы	☒	4.13	0.24	15.50	
Щелевание зяби (поперек склонов > 3°)	☒	4.10	0.24	6.77	
Снегозадержание	☒	5.60	0.18	2.97	
Закрытие влаги весной	☒	8.40	0.12	3.30	
Предпосевная культивация	☒	6.70	0.12	2.70	
Посев с внесением мин. удобрений	☒	4.91	0.40	4.80	
Подкормка посевов Крптоном ...	☒	10.50	0.10	0.67	

Яровых зерновых культур по предшественникам

Введите цену в рублях 1 чел.-час. и 1 кг горючего

OK Выполнить Close

4. Фиксируем затраты на операции и в целом на технологию возделывания и нажимаем клавишу «Close».

Расчет затрат по полю

Выполняется задача расчета технологических затрат по полю - 01-2-1-5
общей площадью = 14.1 га

Почвовлагоделяющая машинная технология возделывания яровых зерновых культур
(предшественника - сахарная свекла, кукуруза, крупяные)

Названия операций	Учет опер.	Выработка за 1 час, га	Затраты труда на 1 га, чел.-час	Затраты топлива на 1 га, кг	Затр. на операции по полю, руб.
Лушение стерни (дисковое)	☒	2.26	0.44	7.37	2555.3
Безотвальная ярусная обработка почвы	☒	4.13	0.24	15.50	5035.8
Щелевание зяби (поперек склонов > 3°)	☒	4.10	0.24	6.77	2266.2
Снегозадержание	☒	5.60	0.18	2.97	1031.1
Закрытие влаги весной	☒	8.40	0.12	3.30	1106.1
Предпосевная культивация	☒	6.70	0.12	2.70	915.8
Посев с внесением мин. удобрений	☒	4.91	0.40	4.80	1720.2
Подкормка посевов Крптоном ...	☒	10.50	0.10	0.67	261.9

Суммарные затраты на выбранную технологию для заданного поля составили - 14892.4 руб.

Яровых зерновых культур по предшественникам

Введите цену в рублях 1 чел.-час. и 1 кг горючего

OK Выполнить Close

5. Выбираем закладку «Комплексные задачи» и в открывшемся списке выбираем седьмую задачу «Расчет технологических затрат на поле». Вводим планируемую урожайность возделываемой культуры и нажимаем «OK».

Затраты технологические

Расчет затрат на возделывание с/х культуры - "Ячмень" на поле площадью = 14.1 га
интенсивная технология возделывания с/х культуры - Ячмень
(Экстенсивная 20-29 ц/га, нормальная 30-39 ц/га, интенсивная 40-50 ц/га)

Вводите планируемый урожай, ц/га:

Дозы NPK в кг д.в. на 1 га N= 152.0 P= 164.5 K= 71.4

Выберите очередную операцию для расчета затрат

Наименование	Величина
1. Срок проведения (оптимальный)	
2. Техническое средство - трактор, автомобиль	
3. Техническое средство - машина	
4. Условные гектары	
5. Обслуживающий персонал - механизаторы	
6. Обслуживающий персонал - рабочие	
7. Затраты труда механизаторов на 1га, чел/час	
8. Затраты труда рабочих на 1га, чел/час	
9. Затраты горючего на 1га, кг	

Нажмите для заполнения таблицы ----->

Если данные верны, нажмите для расчета затрат ----->

Суммарные затраты на 1 га по отмеченным операциям

Затраты по стандартной технологии рассчитаны

6. Заполняем таблицу стоимостных характеристик, указывая: зарплата механизатора – 75 р., зарплата рабочего – 60 р., стоимость горючего и автомасел – 20р., стоимость удобрений – из предыдущей работы, стоимость семян и цена реализации продукции из персонального задания. По окончании заполнения нажимаем кнопку «ОК».

Отображение стоимостных характеристик

Заданный урожай может быть получен по "интенсивной" технологии при внесении на данном поле следующих доз NPK в кг д.в. на 1 га - азотных - 152.0 фосфорных - 164.5 калийных - 71.4
Эти сведения носят рекомендательный характер

Наименование	Размерность	Величина (руб)	Наименование	Размерность	Величина (руб)
Начисления на зарплату	%	27.8	Стоимость гербицидов	кг	135.0
Зарплата механизатора	ч/час	50.0	Стоимость инсектицидов	кг	80.0
Зарплата рабочего	ч/час	45.0	Стоимость фунгицидов	кг	77.0
Стоимость горючего	кг	22.3	Стоимость электроэнергии	квт/час	2.5
Стоимость автомасел	кг	27.5	Отчисления на амортизацию	усл. га	14.9
Стоимость азотных удобрений	кг д.в.	7.0	Отчисления на ремонт	усл. га	55.5
Стоимость фосфорных удобрений	кг д.в.	5.0	Прочие расходы	%	13.8
Стоимость калийных удобрений	кг д.в.	6.0	Общепроизводственные расходы	%	7.1
Стоимость семян	ц	800	Общехозяйственные расходы	%	7.8
Цена реализации продукции	ц	350			

Если все стоимостные характеристики заполнены, нажмите на кнопку ----->

7. В левой таблице окна поочередно выбираем технологическую операцию и нажимаем клавишу «Выполнить» для ее регистрации в памяти и, при необходимости, коррекции. Коррекция процедуры выполнения выбранной технологической операции осуществляется в правой таблице окна путем изменения введенных значений на необходимые. После окончания проверки нажимаем клавишу «Применить» в правом нижнем углу окна и переходим к следующей по списку операции. При этом в нижней части окна будут отображаться суммарные затраты на технологию и затраты на операцию.

Затраты технологические

Расчет затрат на возделывание с/х культуры - "Ячмень" на поле площадью = 14.1 га
интенсивная технология возделывания с/х культуры - Ячмень
(Экстенсивная 20-29 ц/га, нормальная 30-39 ц/га, интенсивная 40-50 ц/га)

Вводите планируемый урожай, ц/га:

Дозы NPK в кг д.в. на 1 га N= 152.0 P= 164.5 K= 71.4

Выберите очередную операцию для расчета затрат

Наименование	Величина
1. Срок проведения (оптимальный)	10/06-20/06
2. Техническое средство - трактор, автомобиль	МТЗ
3. Техническое средство - машина	ОПШ-15, ПОМ-63
4. Условные гектары	0.17
5. Обслуживающий персонал - механизаторы	1
6. Обслуживающий персонал - рабочие	1
7. Затраты труда механизаторов на 1га, чел/час	0.22
8. Затраты труда рабочих на 1га, чел/час	0.22
9. Затраты горючего на 1га, кг	1.05

Нажмите для заполнения таблицы ----->

Затраты на операцию составили 191.0руб.
Суммарные затраты на 1 га : 4568.7руб

Затраты на поле (тыс.руб.) : суммарные 64.4 на операц

8. После окончания анализа и регистрации проведения всех операции нажимаем кнопку «Справка затрат», сохраняем и анализируем полученную технологическую карту поля, подводим итоги по проделанной работе.

Словарь терминов

Автотрофное дыхание	дыхание организмов, синтезирующих органические вещества из неорганических за счет энергии солнечной радиации (фотосинтез), - фототрофы, или за счет энергии неорганических соединений (хемосинтез). К автотрофным фототрофам относятся все зеленые растения и некоторые бактерии
Биомасса	выраженное в единицах массы (веса) или энергии количество живого вещества тех или иных организмов (популяций, видов, группы видов, отдельных живых <i>экологических компонентов</i> , сообществ в целом), приходящееся на единицу площади или объема, или общая масса органических веществ, создаваемых и преобразовываемых в результате деятельности живых организмов
Валовый годичный прирост (GAI)	определяется в единицах объема (запаса) древесины как средний прирост стволов (иногда с включением ветвей) всей совокупности насаждений
Валовая первичная продуктивность (GPP)	это общая скорость фотосинтеза, включая те органические вещества, которые за время измерений были израсходованы на дыхание ("валовый фотосинтез", "общая ассимиляция")
Гетеротрофное дыхание	дыхание организмов, питающихся готовыми органическими веществами
Деструкция	преимущественно биотический процесс физического разрушения и химического разложения (минерализации) мертвого органического вещества (ОВ) и превращения его в простые первичные молекулы. Деструкция часто сопровождается гумификацией , т.е. формированием из наиболее устойчивых органических компонентов высокомолекулярных соединений, тесно связанных с минеральной фракцией почвы

Детритная пищевая сеть	система трофических связей (цепей), энергетической основой которой служит мертвое органическое вещество, главным образом остатки высших растений. В наземных экосистемах локализована преимущественно в почвенном ярусе (детритный блок экосистемы). Консументами первого порядка в детритной пищевой сети выступают как микроорганизмы, так и многоклеточные животные - сапрофаги
Емкость среды	размер способности природного или природно-антропогенного окружения обеспечивать нормальную жизнедеятельность (дыхание, питание, размножение, и т.д.) определенному числу организмов или их сообществ без заметного нарушения окружения
Естественная экологическая система	объективно существующая часть природной среды, которая имеет пространственно-территориальные границы и в которой живые и неживые ее элементы взаимодействуют как единое функциональное целое и связаны между собой обменом веществом и энергией
Зона экологического бедствия	территории с очень сильным и устойчивым загрязнением (содержание загрязняющих веществ более чем в 10 раз выше ПДК), разрушительной потерей продуктивности, необратимой трансформацией экосистем, практически исключаяющей их из хозяйственного использования. Деградация земель превышает 50% территории
Зона экологического кризиса	территории с сильным загрязнением (в 5–10 раз выше ПДК), резким снижением продуктивности экосистем. Деградация земель проявляется на 20–50% территории
Зона экологического риска	территории с повышенным загрязнением (содержание загрязняющих веществ в 2–5 раз выше ПДК), заметным снижением продуктивности экосистем. Деградация земель захватывает 5–20% территории
Изотопы	разновидности химического элемента с одинаковым зарядом, но различной массой ядра

Инфильтрация	процессы проникновения, сорбции, впитывания и перераспределения атмосферной влаги и почвенных растворов в горизонтах почвы
Качество окружающей среды	состояние окружающей среды, которое характеризуется физическими, химическими, биологическими и иными показателями и их совокупностью
Компоненты природной среды	земля, недра, почвы, поверхностные и подземные воды, атмосферный воздух, растительный, животный мир и иные организмы, а также озоновый слой атмосферы и околоземное пространство, обеспечивающие в совокупности благоприятные условия для существования жизни на Земле
Миграция	процесс перераспределения водорастворимых веществ, например, в профиле почвы. Вертикальная <i>абиогенная</i> нисходящая миграция реализуется путем многократных элементарных актов сорбции-десорбции. Она условно называется. Биота в экосистеме участвует в биогенной миграции ионов и молекул веществ.
Микориза	симбиотическая (часто облигатная) ассоциация мицелия гриба с корнями высших растений. В умеренных широтах наибольшее распространение имеет эктомикориза (преимущественно древесная растительность), везикулярно-арбускулярная (эндо-) микориза (преимущественно травы) и эрикоидная микориза (вересковидные кустарники). Микоризные грибы являются биотрофами , т.е. получают все или большую часть углеродного питания от растения – хозяина
Микробная биомасса, микробное дыхание	валовые показатели микробной активности почвы. Микробную биомассу принято выражать в пересчете на единицу "микробного" углерода или азота (напр. $C_{\text{микро}}$, мг/г почвы). Микробное дыхание, определяемое респирационными методами в полевых или лабораторных условиях (напр. $C-CO_2$, мкг/г почвы/час), является наиболее объективным показателем актуальной активности аэробной гетеротрофной почвенной микрофлоры

Микрокосм	экспериментальная искусственная экосистема, в той или иной степени упрощенная и изолированная от окружающей среды. Размер микрокосма не имеет принципиального значения, и может варьировать от кубических миллиметров до литров и даже кубометров. В последнем случае часто говорят о "мезокосмах". Микрокосмы могут устанавливаться как в лабораторных, так и в полевых условиях
Микроорганизмы (микрофлора) почвы	комплекс микроскопических (необязательно одноклеточных) организмов. Включает как прокариотов (бактерии и археи), так и эукариотов (микроскопические грибы и водоросли). Традиционно, высшие грибы также включаются в состав микрофлоры. Тем не менее, даже у макромицетов диаметр отдельных гиф обычно не превышает нескольких микрон. Одноклеточные животные (голые и раковинные амёбы, жгутиковые, инфузории) также относятся к микроорганизмам (но не к микрофлоре)
Мобилизация (коэффициент)	отражает процесс перехода ионов металлов или мобильных форм органических веществ из твердой фазы в раствор. Коэффициент мобилизации рассчитывается как соотношение масс мигранта в жидкой и твердой фазах.
Мониторинг	слежение за какими-то объектами или явлениями; в приложении к среде жизни — см. <i>Мониторинг окружающей среды</i> . Принято делить М. на базовый , или фоновый, М. глобальный , М. региональный и М. импактный , а также по методам ведения и объектам наблюдения (<i>авиационный, космический, окружающей человека среды</i>). Очевидно, целесообразно деление М. на фоновый и импактный, экосистемный и компонентный
Мониторинг окружающей среды	комплексная система наблюдений за состоянием окружающей среды, оценки и прогноза изменений состояния окружающей среды под воздействием природных и антропогенных факторов
Негативное воздействие на окружающую среду	воздействие хозяйственной и иной деятельности, последствия которой приводят к негативным изменениям качества окружающей среды

Неравновесные процессы	отличаются устойчивым притоком в природную экосистему известной массы веществ и энергии. Экосистемы, как правило, имеют несколько областей равновесия и стационарности, которые неоднозначны уровнями организации веществ. Стационарным может быть процесс, протекающий с постоянной скоростью. Неравновесный почвенный процесс может быть также стационарным.
Нетто- экосистемный обмен CO₂ (NEE)	поток диоксида углерода между экосистемой и атмосферой. Определяется количеством вещества, проходящего в единицу времени через единицу площади
Нормативы качества окружающей среды	нормативы, которые установлены в соответствии с физическими, химическими, биологическими и иными показателями для оценки состояния окружающей среды и при соблюдении которых обеспечивается благоприятная окружающая среда
Общее дыхание экосистемы	равно сумме дыхания автотрофов и гетеротрофов
Окружающая среда	совокупность компонентов природной среды природных и природно-антропогенных объектов, а также антропогенных объектов
Органическое вещество почвы (ОВП)	комплекс органических компонентов, преимущественно растительного происхождения, находящихся на разных стадиях деструкции и биогенной трансформации. Среди главных функциональных компонентов ОВП можно выделить растворимую фракцию, структурированные растительные остатки, отмершие и живые микроорганизмы, устойчивые гумифицированные компоненты
Охрана окружающей среды (ООС)	деятельность, направленная на сохранение и восстановление природной среды, рациональное использование и воспроизводство природных ресурсов, предотвращение негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду и ликвидацию ее последствий (далее также - природоохранная деятельность)

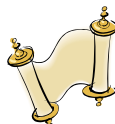
Почвенное дыхание	поглощение кислорода и выделение углекислоты почвой. В естественных условиях складывается из дыхания гетеротрофных организмов (преимущественно микрофлоры) и дыхания корней
Предельно допустимые выбросы (ПДВ)	максимальный объем выбросов веществ в единицу времени, который не ведет к превышению их ПДК
Предельно допустимая концентрация (ПДК)	предельно допустимая концентрация химического соединения во внешней среде – такая концентрация, при воздействии которой на организм человека периодически или в течение всей жизни – прямо или опосредованно через экологические системы, а также через возможный экономический ущерб – не возникает изменений состояния здоровья, выходящих за пределы приспособительных физиологических реакций
Природно-ресурсный потенциал	та часть природных ресурсов, которая реально может быть вовлечена в хозяйственную деятельность при данных технических и социально-экономических возможностях общества
Природные ресурсы	компоненты природной среды, природные объекты, природно-антропогенные объекты, которые используются в качестве источников энергии, продуктов производства, предметов потребления
Природный ландшафт	территория, которая не подверглась изменению в результате хозяйственной и иной деятельности и характеризуется сочетанием определенных типов рельефа местности, почв, растительности, сформированных в единых климатических условиях
Природный объект	естественная экологическая система, природный ландшафт и составляющие их элементы, сохранившие свои природные свойства
Процессы функционирования экосистем:	1. трансформация солнечной и гравитационной энергии, 2. влагооборот, 3. реализация биогеохимического круговорота веществ и биогеоцикла, 4. гравигенные потоки веществ, 5. латеральное перемещение и перераспределение воды и воздушных масс, 6. биогенные процессы, 7. гумусообразование, и другие

Ресурсный цикл	совокупность превращений и пространственных перемещений определенного вещества или группы веществ на всех этапах использования его человеком, включая его влияние, подготовку к эксплуатации, извлечение из природной среды, переработку, превращение и возвращение в природу
Ризосфера	зона почвы, примыкающая к корням растений. Для ризосферы характерна существенно повышенная микробная активность (ризосферный эффект)
Санитарно-защитная зона СЗЗ	территория, определенной протяженности и ширины, располагающаяся между предприятиями или источниками загрязнения и границами зон жилой застройки
Сапрофагия	питание мертвым органическим веществом. Характерна для очень многих почвенных микроорганизмов – деструкторов органического вещества. У животных сапрофагия "в чистом виде" встречается редко, поскольку в состав диеты сапрофагов непременно входят микроорганизмы
Система	множество однородных или разнородных отдельных частей, находящихся в более прочных, чем с окружающей средой, отношениях и связях друг с другом и образующих единство;
Стабильные изотопы	долгоживущие (не радиоактивные) разновидности атомов одного химического элемента с разным количеством нейтронов в ядре. Изотопы одного элемента практически не отличаются по химическим свойствам, но в силу разницы масс фракционируются в ряде химических, физических и биологических процессов (напр. при фотосинтезе).
Стехиометрия	раздел химии о соотношениях реагентов в химических реакциях. В экологии под стехиометрическими отношениями обычно подразумевают баланс биогенных элементов (или энергии) в компонентах экосистемы. Для организмов разных функциональных групп характерны разные стехиометрические отношения. В зеленых растительных тканях соотношение C:N приближается к 40:1; а в животных тканях - 6:1.

Тяжелые металлы	металлы, имеющие плотность более 5: Cu, Fe, Mn, Pb, Cd, Hg, Ni, Zn, Mo, Co. ТМ способны аккумулироваться живыми организмами и выполнять роль «двойников» с иными функциями в ферментах и биохимических реакциях.
Фотосинтез	процесс образования органического вещества из CO_2 и воды на свету при участии фотосинтетических пигментов (хлорофилл у растений, бактериохлорофилл и бактериородопсин у бактерий). Под фотосинтезом чаще понимается фотоавтотрофная функция — совокупность процессов поглощения, преобразования и использования энергии квантов света в различных эндэргонических реакциях, в том числе превращения CO_2 в органические вещества
Чистая первичная продуктивность (NPP)	скорость накопления органического вещества в растительных тканях за вычетом того органического вещества, которое использовалось при дыхании растений за изучаемый период ("наблюдаемый фотосинтез", "чистая ассимиляция")
Чистая продукция экосистем (NEP)	скорость накопления органического вещества, не потребленного гетеротрофами (т.е. чистая первичная продукция минус потребление гетеротрофами) за учетный период
Чистая биомная продукция (NBP)	выражается в единицах массы С на данную площадь за относительно длительный, не менее одного года период времени и рассчитывается как разность между NPP и гетеротрофным дыханием, потоками углерода из-за нарушений лесного покрова и выносом в гидросферу и литосферу
Чистый годичный прирост	определяется по разности между GAI и годичным отпадом; иногда к отпаду приплюсовывается древесная биомасса, изымаемая при рубках
Экологическая катастрофа	природная аномалия (длительная засуха, массовый мор, например, скота и т.д.), зачастую возникающая на основе прямого или косвенного воздействия человеческой деятельности на природные процессы и ведущая к остро неблагоприятным экономическим последствиям

Экологическая ситуация	локальное или региональное ухудшение окружающей среды, рассматриваемое как общественно неоправданное или опасное
Экологический кризис	обратимое изменение равновесного состояния природных комплексов
Экологический прогноз	предсказание изменений в природной среде в результате воздействия хозяйственной деятельности
Экологический эксперимент	комплекс действий и наблюдений, выполняемых для исследования причинных связей между разными процессами в экосистемах, часто в форме проверки истинности или ложности некоторой рабочей гипотезы. Обычно эксперимент подразумевает преднамеренные манипуляции с природными объектами (манипулятивный эксперимент), но соответствующим образом организованные наблюдения за экосистемами без непосредственного вмешательства в них также могут рассматриваться как эксперимент
Экологическое нормирование	научная, правовая, административная и иная деятельность, направленная на установление нормативов качества окружающей среды и предельно допустимых воздействий на нее, при соблюдении которых не происходит деградация экосистем, гарантируется сохранение биологического разнообразия и экологическая безопасность населения

СОДЕРЖАНИЕ:



ПРЕДИСЛОВИЕ	1
ЧАСТЬ I. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ АГРОЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ	2
МОДУЛЬ 1.1. СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ АГРОЭКОСИСТЕМ И ОСНОВЫ АГРОЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ	2
1.1.1. АГРОЭКОЛОГИЯ КАК НАУКА ОБ АГРОЭКОСИСТЕМАХ.....	4
1.1.2. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ЭКОСИСТЕМ И АГРОЭКОСИСТЕМ	5
1.1.3. ФОРМАЛИЗАЦИЯ ЗАДАЧ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА, СТРУКТУРЫ И СОСТОЯНИЯ СИСТЕМ.....	9
1.1.4. ОСНОВНЫЕ ВИДЫ СИСТЕМ.....	14
1.1.5. АНАЛИЗ УСТОЙЧИВОСТИ СИСТЕМ.....	16
1.1.6. СИСТЕМАТИЗАЦИЯ АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ	21
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ	27
МОДУЛЬ 1.2. АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ПРОДУКЦИОННОГО ПРОЦЕССА	29
1.2.1. ДИНАМИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ПРОДУКЦИОННОГО ПРОЦЕССА	31
1.2.2. МОДЕЛИ ПРОГНОЗА ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ УРОЖАЙНОСТИ.....	32
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ	36
МОДУЛЬ 1.3. АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ОПТИМИЗАЦИИ ДОЗ УДОБРЕНИЯ	37
1.3.1. БАЛАНСОВЫЕ ДИНАМИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ.....	39
1.3.2. ЗАДАЧА ПО РАСЧЕТУ ОПТИМАЛЬНЫХ НОРМ УДОБРЕНИЙ НА ЗАДАННЫЙ УРОЖАЙ	40
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ	49
МОДУЛЬ 1.4. ДИНАМИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ МИГРАЦИОННО-ТРАНСФОРМАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В ПОЧВАХ АГРОЭКОСИСТЕМ	50
1.4.1. ДИНАМИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ВЛАГОПЕРЕНОСА И МИГРАЦИИ	52
1.4.2. ВЕРИФИКАЦИЯ БАЗОВОГО БЛОКА МИГРАЦИИ В АГРОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ LEACHM	54
1.4.3. АНАЛИЗ ГИДРОФИЗИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ И УСЛОВИЙ	59
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ	62
МОДУЛЬ 1.5. АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ЭРОЗИОННОГО ПРОЦЕССА И ЛАТЕРАЛЬНОГО ПЕРЕНОСА	63
1.5.1. КОМПЬЮТЕРНЫЕ МОДЕЛИ ЭРОЗИОННОГО ПРОЦЕССА	65
1.5.2. АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЭРОДИРОВАННОСТИ ПОЧВ	66
5.3. АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ДЕШИФРИРОВАНИЕ ЭРОЗИОННЫХ СТРУКТУР ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА	67
1.5.4. МОДЕЛИ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ И ПРИРОДООХРАННОЙ СТРУКТУРЫ	71
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ	72
МОДУЛЬ 1.6. МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОТОКОВ УГЛЕРОДА В ПРИРОДНЫХ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЭКОСИСТЕМАХ.....	73
1.6.1. СИСТЕМАТИЗАЦИЯ ПОТОКОВ ДИОКСИДА УГЛЕРОДА	75
1.6.2. ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА ПОТОКОВ УГЛЕРОДА В ЭКО- И АГРОЭКОСИСТЕМАХ	78
1.6.3. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ВЕРТИКАЛЬНОГО БАЛАНСА В СИСТЕМЕ ПОЧВА–РАСТИТЕЛЬНОСТЬ–АТМОСФЕРА	80
1.6.4. ИЗМЕРЕНИЕ ПОТОКА МЕТАНА МЕЖДУ ПОЧВОЙ И АТМОСФЕРОЙ	84
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ	88
МОДУЛЬ 1.7. МОДЕЛИ БИОТИЧЕСКОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА В ПОЧВАХ ЭКО- И АГРОЭКОСИСТЕМ.....	89
ВВЕДЕНИЕ	91
1.7.1. СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ УГЛЕРОДНОГО БАЛАНСА ПОЧВ.....	91
1.7.2. АНАЛИЗ ПОЧВЕННОЙ БИОТЫ И ДЕТРИТНЫХ ПИЩЕВЫХ ЦЕПЕЙ.....	95

1.7.3. Экспериментальные исследования процессов деструкции органического вещества в почве	98
Контрольные вопросы и задания	104
ЧАСТЬ II. ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ АГРОЭКОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ	105
МОДУЛЬ 2.1. ПРИОРИТЕТНЫЕ ЗАДАЧИ АГРОЭКОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ БАЗОВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ АДАПТИВНО-ЛАНДШАФТНЫХ СИСТЕМ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ	105
ВВЕДЕНИЕ	107
2.1.1. Формирование региональных систем геоинформационного обеспечения агроэкологического проектирования адаптивно-ландшафтных систем земледелия	107
2.1.2. Формирование локальных систем геоинформационного обеспечения для агроэкологического проектирования адаптивно-ландшафтных систем земледелия	110
2.1.3. Перспективы развития информационного обеспечения для агроэкологического проектирования адаптивно-ландшафтных систем земледелия	114
Контрольные вопросы и задания	116
МОДУЛЬ 2.2. СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЛОКАЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИОННО-СПРАВОЧНОЙ СИСТЕМЫ АГРОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОПТИМИЗАЦИИ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ (ЛИССОЗ)	117
ВВЕДЕНИЕ	119
2.2.1. Информационно-методические основы ЛИССОЗ	119
2.2.2. Основные базы данных и программные модули по заполнению баз данных	122
2.2.3. Сводная функциональная блок-схема ЛИССОЗ	124
2.2.4. Геоинформационное обеспечение ЛИССОЗ	130
Контрольные вопросы и задания	131
МОДУЛЬ 2.3. АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ПАСПОРТИЗАЦИЯ РАБОЧИХ УЧАСТКОВ И ПОЛЕЙ ХОЗЯЙСТВА	132
2.3.1. Справочная база данных по характеристикам полей хозяйства	134
2.3.2. Просмотр/корректировка	139
2.3.3. Удаление из базы данных	144
Контрольные вопросы и задания	145
МОДУЛЬ 2.4. АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ПАСПОРТИЗАЦИЯ СЕВООБОРОТОВ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР, ВЫРАЩИВАЕМЫХ В ХОЗЯЙСТВЕ	146
2.4.1. База данных основных параметров по возделываемым в хозяйстве сельскохозяйственным культурам	148
2.4.2. Просмотр и корректировка таблицы сведений о сельскохозяйственных культурах	153
2.4.3. База данных севооборотов	157
2.4.4. Просмотр/корректировка севооборота	165
Контрольные вопросы и задания	170
МОДУЛЬ 2.5. АГРОКЛИМАТИЧЕСКИЕ И НОРМАТИВНЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ	171
2.5.1. База данных агроклиматических параметров	173
2.5.2. База данных коэффициентов для учета динамики плодородия почвы	177
МОДУЛЬ 2.6. КОМПЛЕКСНЫЕ ЗАДАЧИ АГРОЭКОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ	183
2.6.1. Инициализация решения комплексных задач	185
2.6.2. Решение задачи расчета потенциального урожая культуры на выбранном поле	186
2.6.3. Проектирование норм внесения удобрений на заданный урожай	191
2.6.4. Проектирование потребности в органических удобрениях по содержанию гумуса	193
2.6.5. Проектирование урожая, обеспеченного агроклиматическими и почвенно-агрохимическими условиями	195
МОДУЛЬ 2.7. ПРОЕКТИРОВАНИЕ АГРОТЕХНОЛОГИЙ С АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИ ОБОСНОВАННОЙ ОПТИМИЗАЦИЕЙ ЗАТРАТ	199

2.7.1. ЭКСПРЕСС-ОЦЕНКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЗАТРАТ НА ВЫРАЩИВАНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ КУЛЬТУРЫ	201
2.7.2. РАСЧЕТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЗАТРАТ НА ПОЛЕ	204
2.7.3. АВТОНОМНАЯ ЗАДАЧА АГРОЭКОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ ОБРАБОТКИ ПОЧВ	213
ЧАСТЬ III. ПРАКТИКУМ С ОПИСАНИЕМ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО ТЕМАМ АГРОЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И ПРОЕКТИРОВАНИЯ	221
Модуль Л1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТОКА CO ₂ ИЗ ПОЧВЫ И ГАЗООБМЕНА ЛИСТА	222
Модуль Л2. ИЗМЕРЕНИЕ ПОТОКА МЕТАНА МЕЖДУ ПОЧВОЙ И АТМОСФЕРОЙ СТАТИЧЕСКИМ КАМЕРНЫМ МЕТОДОМ.....	226
Модуль Л3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МИКРОБНОЙ БИОМАССЫ МЕТОДОМ СУБСТРАТНОЙ ИНДУКЦИИ.	229
Модуль Л4. СОЗДАНИЕ И ВЕДЕНИЕ АГРОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ИСТОРИИ ПОЛЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММЫ «ЛИССОЗ».	233
Модуль Л5. РАСЧЕТ ОСНОВНЫХ АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ И ПЛАНИРУЕМОЙ УРОЖАЙНОСТИ ПРОЕКТИРУЕМОГО РАБОЧЕГО УЧАСТКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММЫ «ЛИССОЗ».	236
Модуль Л6. АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРУЕМЫХ ДОЗ УДОБРЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММЫ «ЛИССОЗ».	240
Модуль Л7. АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРУЕМЫХ АГРОТЕХНОЛОГИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММЫ «ЛИССОЗ».	243
СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ.....	248