Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Сибирский государственный университет геосистем и технологий»
(СГУГиТ)

На правах рукописи

Коцур Елена Вильевна

Разработка методики формирования экологически устойчивого агроландшафта на основе ГИС-технологий

25.00.26 – Землеустройство, кадастр и мониторинг земель

Диссертация на соискание ученой степени кандидата
технических наук

Научный руководитель –
кандидат технических наук, доцент
Дубровский Алексей Викторович

Новосибирск – 2020

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 4
1 НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИ УСТОЙЧИВОГО АГРОЛАНДШАФТА НА ОСНОВЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ 10
1.1 Влияние антропогенных и природных процессов на экологическое состояние агроландшафтов 10
1.2 Применение ГИС-технологий при формировании экологически устойчивого агроландшафта 25
1.3 ГИС как инструмент создания глобальной геоинформационной платформы для проведения цифровой трансформации сельского хозяйства 31
1.4 Основные выводы по первому разделу 37
2 ФОРМИРОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИ УСТОЙЧИВОГО АГРОЛАНДШАФТА НА ОСНОВЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ 39
2.1 Эколого-хозяйственное зонирование земель в агроландшафтах 39
2.2 Апробация эколого-хозяйственного зонирования земель в агроландшафтах 49
2.3 Формирование экологически устойчивого агроландшафта с применением ГИС-программы MapInfo Professional 73
2.4 Основные выводы по второму разделу 91
3 ЗЕМЕЛЬНО-ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА «УСТОЙЧИВЫЙ АГРОЛАНДШАФТ» 93
3.1 Содержание и структура ЗИС «Устойчивый агроландшафт» 93
3.2 Методика формирования экологически устойчивого агроландшафта на основе ГИС-технологий 95
3.3 Опыт формирования экологически устойчивого агроландшафта с помощью модуля ЗИС «Устойчивый агроландшафт» 105
3.4 Основные выводы по третьему разделу 108

ЗАКЛЮЧЕНИЕ 110
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ 112
ПРИЛОЖЕНИЕ А (обязательное) ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЧВЕННЫХ РАЗНОСТЕЙ ПАВЛОГРАДСКОГО МУНИЦИПАЛЬНОГО РАЙОНА ОМСКОЙ ОБЛАСТИ 128
ПРИЛОЖЕНИЕ Б (обязательное) КЛАССИФИКАЦИЯ АГРОЛАНДШАФТОВ ПАВЛОГРАДСКОГО МУНИЦИПАЛЬНОГО РАЙОНА ОМСКОЙ ОБЛАСТИ 133
ПРИЛОЖЕНИЕ В (обязательное) ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ВИДОВ АГРОЛАНДШАФТОВ 146
ПРИЛОЖЕНИЕ Г (обязательное) ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЛЕВЫХ ВИДОВ АГРОЛАНДШАФТОВ ПО БАЛЛУ БОНИТЕТА И УРОЖАЙНОСТИ 149
ПРИЛОЖЕНИЕ Д (обязательное) ХАРАКТЕРИСТИКА ЛУГОВО-ПАСТБИЩНЫХ ВИДОВ АГРОЛАНДШАФТОВ ПО БАЛЛУ БОНИТЕТА И ПРОДУКТИВНОСТИ 151
ПРИЛОЖЕНИЕ Е (обязательное) ТИПИЗАЦИЯ ЗЕМЕЛЬ В АГРОЛАНДШАФТАХ 153

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. В период проведения цифровизации перед Россией стоит задача увеличения производительности сельскохозяйственного производства в ускоренные сроки. Одним из направлений в решении этой задачи является ведение сельскохозяйственного землепользования на ландшафтно-экологической основе с применением информационных технологий. Такой основой может стать эколого-хозяйственное зонирование (ЭХЗ) территории, применение которого позволит сократить время и затраты на выбор технологий ведения землепользования, так как посредством зонирования все многообразие земель можно упорядочить и свести к ограниченному количеству однородных зон. Отсутствие научно обоснованной методики проведения ЭХЗ территории с применением информационных технологий как механизма формирования устойчивых агроландшафтов существенно сдерживает решение данной проблемы. В связи с этим необходимо разработать методику проведения ЭХЗ территории на основе типизации земель в агроландшафтах. Наиболее эффективным решением является применение геоинформационных технологий.

Введение современных цифровых технологий в сельское хозяйство является одной из задач ведомственного проекта «Цифровое сельское хозяйство». Разработка методики проведения ЭХЗ территорий с применением геоинформационных технологий и внедрение в сельскохозяйственное производство цифровых карт эколого-хозяйственного зонирования для обеспечения цифровой трансформации сельского хозяйства является актуальной задачей, направленной на рациональное использование земельных ресурсов и обеспечение продовольственной безопасности государства. Необходимость решения данных задач с применением современных геотехнологий предопределила выбор темы диссертационной работы.

Степень разработанности темы. Применение ландшафтно-экологического подхода в землепользовании базируется, прежде всего, на разработках Арманда Д. Л., Валькова В. Ф., Вернадского В. И., Докучаева В. В., Исаченко А. Г.,

Кочергиной З. Ф., Лопырева М. И., Милькова Ф. Н., Постолова В. Д., Солнцева В. Н., Чупахина В. М.

Исследования по зонированию (районированию) территорий проводились Большаник П. В., Градобоевым Н. Д., Зайковым Г. И., Игенбаевой Н. О., Кочергиной З. Ф., Нежевляк О. В., Оленевым К. Я., Прудниковой В. М., Рейнгардом Я. Р.

Вопросы разработки и совершенствования методик и технологий применения информационных систем для целей кадастра, землеустройства и мониторинга земель рассматриваются в работах Быкова О. Г., Вершинина В. В., Зятьковой Л. К., Добротворской Н. И., Карпика А. П., Лисицкого Д. В., Орловой Е. С., Папаскири Т. В., Сенной Е. И., Трубиной Л. К., Басовой И. А., Дороша М. П.

Работы названных авторов внесли значительный вклад в становление и развитие ландшафтно-экологического подхода в землепользовании, зонировании территорий и применении для этих целей информационных систем. Однако данные вопросы требуют дальнейшего развития и выработки современных решений, связанных с формированием устойчивых агроландшафтов и их мониторингом с применением геоинформационных технологий.

Цель и задачи исследования. Целью является разработка методики эколого-хозяйственного зонирования территории с применением геоинформационных технологий. Для достижения поставленной цели требовалось решить следующие научно-технические *задачи*:

– выполнить информационно-аналитический обзор технологий планирования сельскохозяйственного производства и выявить причины, влияющие на низкую эффективность использования земельных ресурсов;

– разработать методику автоматизированного проведения ЭХЗ территории с помощью геоинформационных технологий;

– разработать алгоритм создания цифровой карты эколого-хозяйственного зонирования (карта ЭХЗ) территории;

– разработать структуру и содержание земельно-информационной системы «Устойчивый агроландшафт» (ЗИС «Устойчивый агроландшафт»);

– провести апробацию методики ЭХЗ и применения разработанной карты ЭХЗ на территории Павлоградского муниципального района Омской области (Павлоградского м. р-на Омской обл.).

Объектом исследования являются природные и антропогенные процессы, влияющие на экологическую устойчивость агроландшафтов.

Предметом исследования является методика ЭХЗ земель сельскохозяйственного назначения.

Научная новизна диссертационного исследования заключается в следующем:

– разработана система показателей для классификации и оценки видов агроландшафтов и их группировки по пригодности к использованию в сельскохозяйственном производстве, а также для проведения работ по типизации земель и выделению эколого-хозяйственных зон;

– разработана информационная модель ЗИС «Устойчивый агроландшафт», которая включает инфологическую модель, содержание, структуру и алгоритм работы ЗИС, обеспечивающей реализацию нового научно обоснованного подхода к исследованию сельскохозяйственных земель на основе применения системы поддержки принятия решений для учета, мониторинга, воспроизводства и повышения эффективности агроландшафтов.

Теоретическая и практическая значимость работы. Теоретическая значимость исследования состоит в том, что разработаны принципы проведения ЭХЗ территории на основе системы показателей для классификации и оценки видов агроландшафтов и их группировки, представлена технологическая схема проведения ЭХЗ и предложены инфологическая модель, содержание, структура и алгоритм работы ЗИС «Устойчивый агроландшафт».

Практическая значимость проведенных исследований заключается в разработке методических и технологических рекомендаций для проектных организаций, участвующих в подготовке плановых и проектных документов по использованию сельскохозяйственных земель для административно-территориальных образований и хозяйствующих субъектов, а также органов управления в области сельскохо-

зяйственного землепользования. ЗИС «Устойчивый агроландшафт» обеспечивает графической и атрибутивной базой данных муниципальный уровень управления земельными ресурсами для целей учета и мониторинга агроландшафтов, информационного обеспечения мероприятий по воспроизводству почвенного плодородия и повышению эффективности землепользования. Методика ЭХЗ может применяться в образовательных целях в вузах. Результаты исследований внедрены в управленческую деятельность администрации Павлоградского м. р-на Омской обл.

Методология и методы исследования. Исследования выполнены как на основе общих методов (системного анализа, синтеза, наблюдения, сравнения, измерения, обобщения), так и с использованием специальных методов (компьютерного моделирования, геоинформационного анализа, структуризации данных).

Положения, выносимые на защиту:

– разработанная методика проведения эколого-хозяйственного зонирования сельскохозяйственных земель на основе технологической схемы зонирования, схемы проведения типизации земель в агроландшафтах, критериев оценки экологического состояния агроландшафтов и алгоритма создания цифровых карт эколого-хозяйственного зонирования с применением геоинформационных технологий позволяет повысить качество принимаемых решений при планировании использования земельных ресурсов, усовершенствовать существующую систему земледелия, обеспечить формирование высокопродуктивных и экологически устойчивых агроландшафтов для целей обеспечения продовольственной безопасности государства;

– разработанная ЗИС «Устойчивый агроландшафт» является прототипом геоинформационного обеспечения проекта «Цифровое сельское хозяйство», позволяет обеспечить графической и атрибутивной БД землепользователей, в том числе муниципального уровня управления, для целей учета и мониторинга агроландшафтов, информационного обеспечения мероприятий по воспроизводству плодородия и повышению эффективности использования сельскохозяйственных угодий.

Соответствие диссертации паспорту научной специальности. Диссертация соответствует следующим областям исследования: 17 – Формирование высокопродуктивных и экологически устойчивых агроландшафтов и совершенствование систем земледелия на ландшафтной основе; 29 – Разработка земельно-информационной системы как основной части геоинформационной системы (ГИС) на основе современных информационных и геоинформационных технологий паспорта научной специальности 25.00.26 – Землеустройство, кадастр и мониторинг земель, разработанного экспертным советом ВАК Минобрнауки России по техническим наукам.

Степень достоверности и апробация результатов исследования. Разработанные в диссертации принципы, методика и технологические решения не противоречат современным достижениям науки и техники. Апробация результатов исследования проведена на примере земель сельскохозяйственного назначения Павлоградского м. р-на Омской обл.

Основные результаты исследований докладывались и обсуждались: на II Международном научно-техническом форуме «Реализация государственной программы развития сельского хозяйства и регулирование рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия: инновации, проблемы, перспективы» (Омск, 2013 г.); III Международном конкурсе научно-исследовательских работ «Перспективы науки-2016» (Казань, 2016 г.); международных научно-практических конференциях «Роль и значение землеустроительной науки и образования в развитии Сибири» (Омск, 2012–2019 гг.); международной конференции «Прикладная физика, информационные технологии и инжиниринг» (Conference on Applied Physics, Information Technologies and Engineering», APITECH-2019, Красноярск, 2019 г.); национальной конференции с международным участием «Применение BIM технологий для управления объектами недвижимости» (Новосибирск, 2020 г.). Результаты исследований используются в учебном процессе ФГБОУ ВО Омский ГАУ.

Публикации по теме диссертации. Результаты диссертационного исследования опубликованы в 11 научных статьях, пять из которых – в изданиях, входящих

в перечень российских рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, три работы – в изданиях, входящих в международную реферативную базу данных и систему цитирования Scopus.

Структура диссертации. Общий объем диссертации составляет 156 страниц машинописного текста. Диссертация состоит из введения, трех разделов, заключения и списка литературы, включающего 141 наименование, содержит 24 таблицы, 41 рисунок, 6 приложений.

1 НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИ УСТОЙЧИВОГО АГРОЛАНДШАФТА НА ОСНОВЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ

1.1 Влияние антропогенных и природных процессов на экологическое состояние агроландшафтов

Впервые в научную литературу термин «ландшафт» был введен немецким географом Гоммейером А. для обозначения совокупности обозреваемых из одной точки местностей, заключенных между ближайшими горами, лесами и другими заметными частями земли [93]. В его представлении понятие «ландшафт» в первую очередь характеризует внешний облик территории. Впоследствии термин «ландшафт» в различных сферах деятельности толковался неоднозначно. Ученые землеустроители, занимающиеся вопросами ландшафтно-экологической организации территории, сходятся во мнении, что ландшафт должен обладать функцией самовоспроизводства или хотя бы иметь способность к этому [13, 18, 125].

В результате анализа разных понятий автором сформировано обобщенное понятие ландшафта: это генетически однородный природно-территориальный комплекс, характеризующийся территориальной целостностью, относительно единым геологическим фундаментом, однотипным рельефом, климатом, единообразным сочетанием почв, биоценозов и обладающий функциями самовоспроизводства.

Агроландшафт (сельскохозяйственный ландшафт) является самым распространенным классом антропогенных ландшафтов. Главным структурным элементом агроландшафта являются сельскохозяйственные угодья. Лопырев М. И. дает следующее понятие агроландшафту: «это участок земной поверхности, обычно ограниченный естественными рубежами, состоящий из комплекса взаимодействующих природных компонентов и элементов системы земледелия с признаками единой экологической системы» [90]. Такое определение агроландшафта не утратило своей актуальности и применительно к данным исследованиям, но, на взгляд автора диссертации, в него необходимо ввести и элементы землеустройства (разме-

щение полезащитных лесных полос, полевых дорог и т. д.), так как наличие элементов систем земледелия и землеустройства – это главное отличие агроландшафта от ландшафта. И если учитывать цели землеустройства, то в понятие «агроландшафт» следует также добавить и наличие хоть каких-то признаков сохранения функций самовоспроизводства. Структура агроландшафта представлена на рисунке 1.

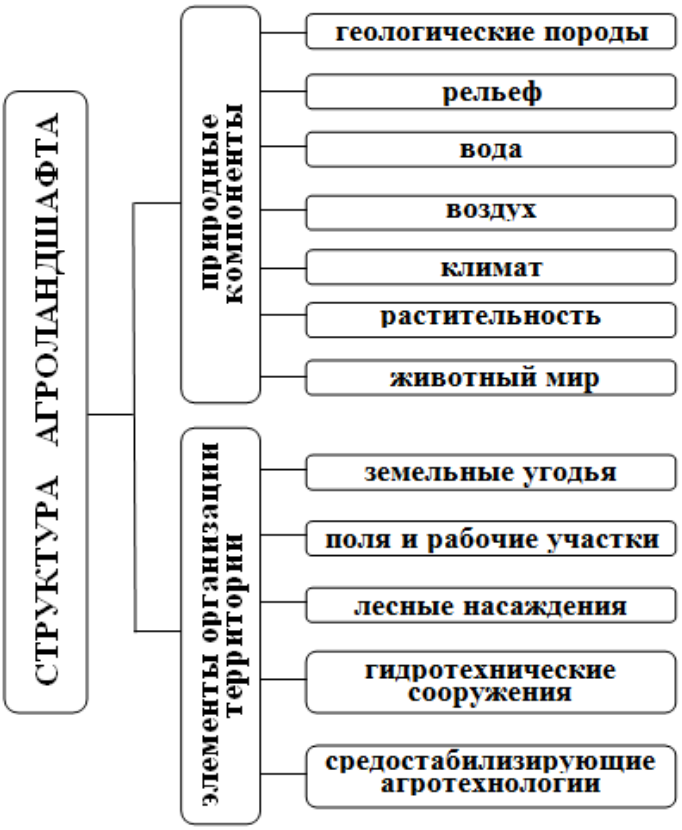


Рисунок 1 – Структура агроландшафта

От понятия «ландшафт» понятие «агроландшафта» отличается наличием, кроме природных компонентов, компонентов, созданных человеком (элементов систем земледелия и землеустройства), под воздействием которых и произошло формирование из ландшафта агроландшафта. Эти компоненты тесно связаны между собой, изменение одного приводит к изменению других и всего агроландшафта в целом, поэтому при осуществлении хозяйственной деятельности необходимо учитывать состояние компонентов агроландшафта и оценивать последствия влияния на них.

Для исследований в рамках данной диссертации наиболее значимы региональные агроландшафты в зональном разрезе. Примеры таких агроландшафтов – южные лесостепные и степные агроландшафты, которые и являются объектом данных исследований. При этом Воскресенский С. С. в 1960 г. выделил на территории Омской области три геоморфологические области: на севере – древние приледниковые равнины, на юге и юго-востоке – алювиальные равнины, на западе – третичное озерное плато. Границы этих геоморфологических областей и стали приниматься за границы трех выделенных на данной территории природно-территориальных комплекса (ландшафта): северный, западный, юго-восточный [21]. Для дальнейших исследований принимается именно такое выделение ландшафтов, в том числе и агроландшафтов.

Загрязнение и разрушение почвенного покрова – одна из современных глобальных проблем. Причина этого заключается не только в ограниченности земельного фонда планеты, но и в уменьшении, как относительно (в расчете на душу возрастающего мирового населения), так и абсолютно (за счет увеличения потерь и деградации почвы в результате деятельности самого человека), естественной способности почвенного покрова производить биологическую продукцию [15]. Нерациональное использование потенциала биосферы приводит к истощению невозобновляемых природных ресурсов, нарушению экологических взаимосвязей и загрязнению окружающей среды [14]. Если учесть, что природные ресурсы – это средства существования людей, не созданные их трудом, а находящиеся в самой природе [33], и то, что человечество пока не может найти им замену, возникают определенные проблемы.

Особое место среди природных ресурсов занимают земельные ресурсы – земли, которые используются или могут быть использованы в отраслях народного хозяйства. Использование земельных ресурсов в определенном законом порядке называется землепользованием. При использовании сельскохозяйственных угодий формируется система сельскохозяйственного землепользования, которая направлена на развитие сельскохозяйственного производства.

Агроландшафты характеризуются экологической неустойчивостью, поэтому при ведении сельского хозяйства необходимо учитывать их состояние для предот-

вращения деградации в результате неправильного использования. Отсутствие информации о количественных характеристиках процессов, протекающих в агроландшафтах, привело к целому ряду негативных последствий хозяйственной деятельности (интенсивные процессы эрозии и дефляции почвы, снижение содержания гумуса, изменение реакции среды, загрязнение радионуклидами, снижение биологического разнообразия и биологической активности, нарушение водного режима и т. д.) [18].

Экологическое состояние агроландшафта в общем складывается из экологического состояния отдельных его компонентов. К таким компонентам в большей степени относятся рельеф, почвы, растительность, грунтовые воды, подстилающие породы. Экологическое состояние агроландшафтов зависит от наличия таких негативных процессов, как водная эрозия, дефляция, засоление, заболачивание и т. д. На вид и степень проявления негативных процессов влияют природные и антропогенные факторы, представленные на рисунке 2.

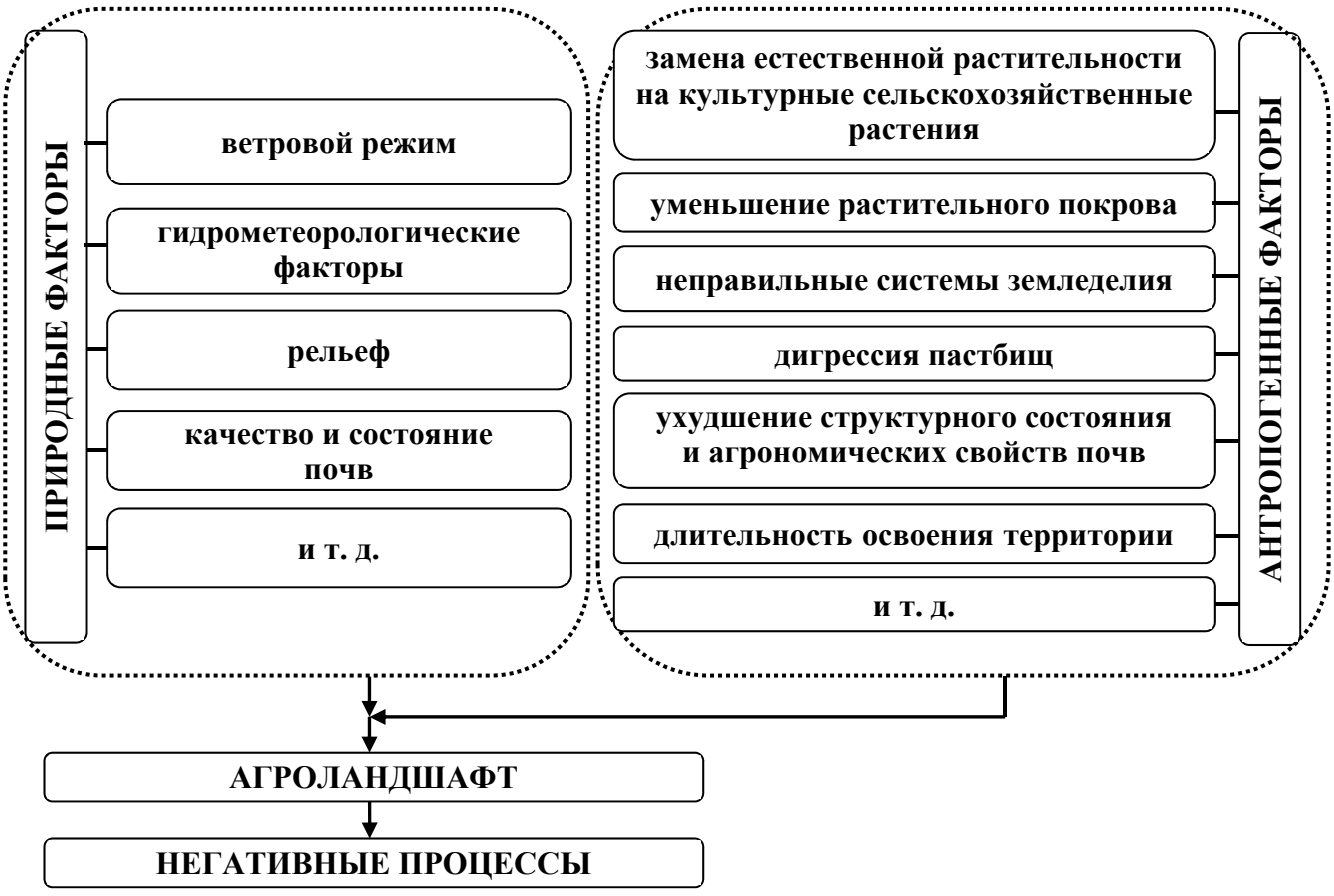


Рисунок 2 – Влияние природных и антропогенных факторов на агроландшафт

К основным природным факторам, влияющим на состояние агроландшафтов, относят ветровой режим, гидрометеорологические факторы, рельеф, качество и состояние почв и т. д. Как правило, для проявления определенного негативного процесса необходим набор факторов. Например, на территории с выраженным рельефом при изреженности растительного покрова с легким гранулометрическим составом почв при увеличении выпадения осадков повышается риск проявления водной эрозии. При отсутствии хотя бы одного фактора вероятность проявления водной эрозии уменьшается или вовсе исключается. Воздействие природных факторов на компоненты агроландшафта и проявление основных негативных процессов, влияющих на состояние агроландшафта, представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Воздействие природных факторов на компоненты агроландшафта и проявление основных негативных процессов, влияющих на состояние агроландшафта

Природный фактор	Характеристика воздействия	Компоненты агроландшафта	Негативные процессы
Осадки	Увеличение выпадения осадков повышает степень проявления процесса	Почва	Водная эрозия
Выраженность рельефа	Крутизна, длина, форма и экспозиция склонов влияют на степень проявления процесса	Почва	
Густота растительного покрова	Препятствует развитию процесса	Почва	
Гранулометрический состав почвы	Размер частиц почвы влияет на степень проявления процесса	Почва	
Осадки	Уменьшение выпадения осадков повышает степень проявления процесса	Почва	Дефляция
Температура	Высокий температурный режим повышает степень проявления процесса	Почва	
Выраженность рельефа	Более подвержены выпуклые участки поверхности и ветроударные склоны	Почва	
Густота растительного покрова	Препятствует развитию процесса	Почва	
Гранулометрический состав почвы	Легкие по гранулометрическому составу почвы более подвержены процессу	Почва	

Окончание таблицы 1

Природный фактор	Характеристика воздействия	Компоненты агроландшафта	Негативные процессы
Осадки + температура	Преобладание испарения над осадками повышает степень проявления процесса	Почва, грунтовые воды	Засоление
Дренированность территории	Уменьшение дренированности повышает степень проявления процесса	Почва, грунтовые воды	
Засоленность почвообразующих и подстилающих пород	Увеличение количества легкорастворимых солей повышает степень проявления процесса	Почва, грунтовые воды	
Выраженность рельефа	Понижение элементов рельефа повышает степень проявления процесса	Грунтовые воды	
Осадки + температура	Преобладание осадков над испарением повышает степень проявления процесса	Грунтовые воды	Заболачивание
Выраженность рельефа	Бессточные, слабопроточные понижения и безуклонные равнины более подвержены процессу	Грунтовые воды	
Дренированность территории	Уменьшение дренированности повышает степень проявления процесса	Грунтовые воды	
Уровень грунтовых вод	Поднятие уровня грунтовых вод повышает степень проявления процесса	Почва	
Водопроницаемость пород	Уменьшение водопроницаемости пород повышает степень проявления процесса	Почва	

Антропогенное воздействие может быть негативным и позитивным, прямым и косвенным, непреднамеренным и преднамеренным и т. д. Обычно хозяйственная деятельность человека не направлена на разрушение, этот результат получается непреднамеренно. Антропогенные воздействия прямо или косвенно изменяют многие природные процессы: тепловой баланс, влагооборот, биологический и геохимический круговорот, перемещение материала. Образовавшиеся в результате человеческой деятельности нежелательные формы рельефа формируют новые природные комплексы. Перемещение пород нарушает естественный режим поверхностных, почвенных, грунтовых вод, приводя к образованию поверхностных водоемов и заболачиванию территории. Сведение традиционного растительного покрова, распашка земель, выпас скота приводят к эрозии и смыву земель, образуются вторичные формы рельефа (овраги, балки, промоины и т. д.).

К основным антропогенным факторам, влияющим на состояние агроландшафтов, относят: замену естественной растительности на культурные сельскохозяйственные растения, уменьшение растительного покрова, неверно разработанные системы

земледелия, дигрессию пастбищ, ухудшение структурного состояния и агрономических свойств почв, длительность освоения территории [20, 134, 135]. Воздействие антропогенных факторов на компоненты агроландшафта и проявление основных негативных процессов, влияющих на состояние агроландшафта, представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Воздействие антропогенных факторов на компоненты агроландшафта и проявление негативных процессов, влияющих на состояние агроландшафта

Антропогенный фактор	Характеристика воздействия	Компоненты агроландшафта	Негативные процессы
Снижение почвоохранной роли	Замена естественной растительности на культурные растения	Растительность	Антропогенная эрозия (водная, ветровая)
Уменьшение растительного покрова	Увеличение процента распаханности территории	Растительность	
Неверно разработанные системы земледелия	Неправильное чередование сельскохозяйственных культур; продолжительность периода открытой поверхности; малое количество многолетних трав в севообороте; выжигание стерни и сжигание соломы перед обработкой почвы; проектирование севооборотов без учета эрозионных характеристик территории; отсутствие защитных лесных полос; несбалансированная структура посевных площадей; отсутствие противоэрозионной организации территории	Почва	
Дигрессия пастбищ	Нарушение норм пастьбы; пастьба без учета поголовья скота; емкости пастбищ и лугов; прогон скота по одним и тем же участкам	Растительность	
Ухудшение структурного состояния и агрономических свойств почв	Воздействие механической обработки; передвижение машин, орудий и людей; бесконтрольный выпас скота	Почва	
Неправильное использование воды при орошении	Избыточное увлажнение почвы и близкое залегание соленосных грунтовых вод приводит к созданию условий для вторичного засоления	Вода	Вторичное засоление
Неправильно применяемая агротехника	Плохо спланированное поле при близком залегании соленых грунтовых вод является одной из причин возникновения солончаковых пятен; несвоевременная обработка почвы (задержка с рыхлением)	Вода	
Использование тяжелой сельскохозяйственной техники	Негативное воздействие на верхний слой почвы	Почва	Вторичное заболачивание
Непродуманные оросительные системы	Изменяется водный баланс территории	Вода	
Неумеренный выпас скота	Уплотнение почвы, потеря водопроницаемости, создание микрорельефа, вызывающего застой влаги и распространение болотной растительности	Почва	Вторичное заболачивание

Экологическая устойчивость агроландшафтов – это основа их продуктивности при использовании в системе земледелия. Для поддержания агроландшафтов в устойчивом состоянии и определения путей оптимизации необходимо проводить их оценку, т. е. дать качественно-количественную характеристику состава агроландшафта, определить его биологическую и агрономическую продуктивность и экологическое состояние. Общепринятой методики оценки экологического состояния агроландшафтов нет. В основном, оценка сводится к числовым значениям, характеризующим отдельные компоненты агроландшафта, что не позволяет сделать вывод о состоянии агроландшафта в целом. Необходимо изменить подход к оценке состояния агроландшафтов и применять ландшафтно-экологические методы [99].

Агроландшафты как сельскохозяйственные угодья входят в состав сельскохозяйственных земель, которые являются одним из видов земельных ресурсов. Понятие «ландшафт – земельное угодье» в последнее время становится актуальным. Это связано с тем, что сельскохозяйственное землепользование приобретает ярко выраженную ландшафтно-экологическую направленность, суть которой в том, что подход к использованию земель в агроландшафтах должен быть и ландшафтным, и экологическим. Сущность ландшафтного подхода заключается в том, что деятельность человека осуществляется с высокой степенью адаптации к природным условиям территории и имитации природных процессов. А сущность экологического подхода означает, что ресурсы используются с сохранением равновесия в ландшафтных экосистемах и созданием условий для воспроизводства и саморегуляции ресурсов [88].

Существует несколько определений термина «земельное угодье», но все они, по сути, схожи. Некоторые из них представлены на рисунке 3.

К ландшафтно-экологическому подходу ближе определение Кочергиной З. Ф. По ее мнению, применительно к рассматриваемому ландшафтно-экологическому подходу понятие земельных угодий необходимо расширить. Земельные угодья представляют собой сложные эколого-экономические системы, выполняю-

щие производственные, средостабилизирующие, природоохранные и ресурсовоспроизводящие функции. Их следует рассматривать как формы использования участков земли для удовлетворения различных потребностей общества и природы исходя из их ландшафтно-экологических свойств и выполнения ими функций по сохранению природного потенциала, воспроизводственных свойств как ландшафтных систем. Использование ландшафтно-экологического подхода предполагает и изучение земельных угодий как ландшафтных образований [75].

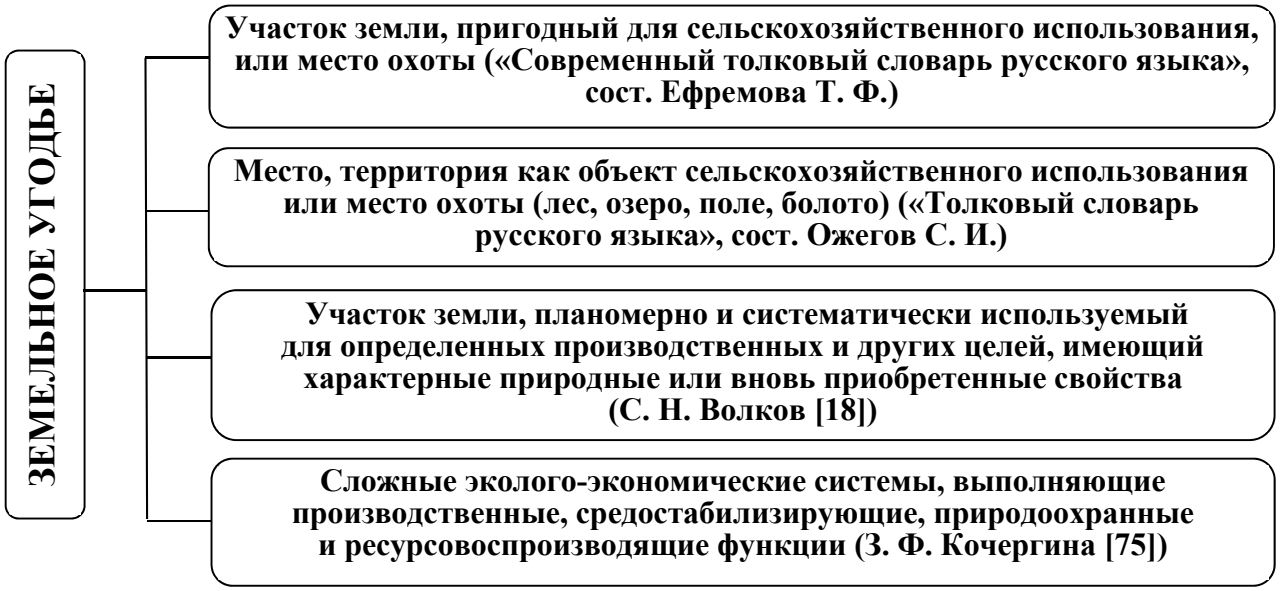


Рисунок 3 – Понятие термина «земельное угодье»

Особенности применения ландшафтно-экологического подхода состоят в следующем:

– установление состава и соотношения сельскохозяйственных угодий следует проводить на основе не только показателей социально-экономической эффективности, но и с учетом природно-климатических условий, ландшафтных структур формирования и функционирования агроэкосистем;

– проектирование устройства агроландшафтов необходимо осуществлять с учетом комплексной (системной) оценки ландшафтно-экологического состояния земельных ресурсов;

– при проектировании агроландшафтов необходимо создавать новые элементы экоинфраструктуры: миграционные коридоры, экотоны, кормовые поля для диких животных, птиц, микрозаказники, экологические ниши, заказники орнитофауны, энтомофауны, островные луговые участки для энтомофагов и опылителей и др.;

– при ландшафтно-экологическом проектировании необходимо проводить экономико-математическое моделирование антропогенно-техногенного воздействия вновь созданного хозяйственного объекта на природный ресурс, определить допустимую антропогенную нагрузку на используемые земли и почвозащитные природоохранные системы;

– планирование комплексных мероприятий по защите земель от негативных процессов должно быть одной из важных составных частей проектирования. При этом необходимо учитывать результаты мониторинга негативных природных явлений и выбрать обоснованный оптимальный вариант проектного землеустроительного решения по социально-экономическим и экологическим показателям (критериям) [75].

Применение ландшафтно-экологического подхода в землепользовании базируется, прежде всего, на разработках Арманда Д. Л. [5], Валькова В. Ф. [11], Вернадского В. И. [15], Докучаева В. В. [38], Исаченко А. Г. [47–49], Лопырева М. И. [89, 90], Милькова Ф. Н. [94], Солнцева В. Н. [114], Чупахина В. М. [124] и др. Эта тема была детально изучена и проработана применительно к различным регионам России в диссертационных работах следующих ученых: Кочергиной З. Ф. «Ландшафтно-экологические основы рационализации землепользования (на материалах лесостепной зоны Омской области)» [75] и др.

Антропогенное изменение природных комплексов сказывается на всех компонентах природной среды и в первую очередь на земельных угодьях. Кардинальным путем охраны земель от неразумной антропогенной нагрузки является совершенствование технологических процессов. Наряду с этим большое значение имеет организация территории, обеспечивающая высокую эффективность землепользова-

ния и экологическую устойчивость территории, что достигается путем учета естественного потенциала и экологического состояния каждого вида агроландшафта при организации использования земельных угодий [75]. При этом организация использования земельных угодий должна осуществляться в системе землеустройства. Так как «именно в процессе организации территории (землеустроительной) осуществляется разработка и реализация как организационно-территориальных и хозяйственных, так и тесно связанных с ними природоохранных задач путем формирования экологически устойчивых агроландшафтов» и «никакая иная разработка, кроме землеустроительной, не позволяет комплексно подойти к решению этой важнейшей проблемы» [57]. Поэтому можно сказать, что формирование экологически устойчивых агроландшафтов осуществляется при проведении землеустройства, на основе схем и проектов, но с дальнейшей проработкой в системах земледелия, рабочих проектах. В процессе землеустройства через формирование единого агроландшафтного комплекса происходит адаптация систем земледелия к местным условиям [35].

Организация территории на ландшафтно-экологической основе конечной целью имеет создание условий для эффективного использования земли и предотвращение деградации земель путем формирования экологически устойчивых агроландшафтов для повышения продуктивности и получения высококачественной продукции. Эти результаты могут быть достигнуты при решении следующих задач:

– ландшафтно-экологическая дифференциация земель в агроландшафте на единой таксономической основе;

– разработка принципов обоснования и методов предотвращения влияния деградации и загрязнения земель на предпроектных и проектных уровнях проведения землеустройства;

– обоснование устойчивости агроландшафтов в землеустроительных проектах;

– оптимизация структуры земельных угодий;

– совершенствование методик формирования схем (проектов) землеустройства с учетом его экологизации;

– эколого-экономическое обоснование организации использования земель и др.

Исходя из перечисленных задач, при применении ландшафтно-экологического подхода необходимо использовать дифференциацию территории с выделением зон с одинаковыми ландшафтно-экологическими условиями для устройства территории по определенным частям агроландшафта, к которым «привязывают» систему ведения хозяйства, земледелия, природоохранные мероприятия, вплоть до формирования экологически однородных участков [111].

В данной работе для использования земель в агроландшафтах на ландшафтно-экологической основе предлагается выделение эколого-хозяйственных зон на основе типизации земель [69, 71, 73].

Кардинальным путем охраны агроландшафтов от неразумной антропогенной нагрузки является проведение землеустройства и применение систем земледелия на ландшафтно-экологической основе, т. е. адаптивно-ландшафтный подход. Само название «адаптивно-ландшафтный», говорит за себя – адаптация (подстраивание) мероприятий под ландшафты, т. е. должна учитываться структура и условия функционирования конкретного ландшафта. Важно отметить, что адаптироваться необходимо не только к самому ландшафту, но и к таким социально-экономическим условиям, как рыночная потребность, социальная инфраструктура и т. д.

Основой для ландшафтно-экологической дифференциации может являться типизация земель в агроландшафтах. Ученые по-разному трактуют понятие «типизация», но все определения можно свести к одному: под типизацией понимается «упорядочение объектов в группы, отличающиеся по степени выраженности какого-либо одного свойства (признака) объектов» [26].

Типизацию земель в агроландшафте выполняют по ведущему компоненту, который влияет на экологическое равновесие для определенной территории. При разработке типизаций земель авторы берут за основу различные таксоны. Некоторые из них представлены в таблице 3.

Агроэкологическая типизация пахотных земель, а также ландшафтно-экологическая классификация земель, разработанная Кирюшиным В. И. на основе работ Раменского Л. Г., Фридланда В. М., Зворыкина К. В., Гриня Г. С., Годельмана Я. М., является основой для создания адаптивно-ландшафтных систем земледелия [3].

Таблица 3 – Основа выделения типов при типизации земель

Автор	Ведущий критерий выделения типов
Кирюшин В. И. [55]	Агроэкологический тип земель, т. е. экологически однородная территория по условиям возделывания культуры или группы культур
Кирякина Ю. Ю., Татаринцев Л. М. [56]	Генетически однородные природно-территориальные комплексы, адаптированные к различным способам хозяйственного использования
Качков Ю. П., Башкинцева О. Ф., Давыдик Е. Е., Черныш А. Ф., Яцухно В. М. [103]	Почвенные мезокомбинации, их компонентный состав и соотношение основных компонентов
Коцур Е. В., Кочергина З. Ф. [69, 71, 74]	Группы земель в агроландшафте по пригодности к использованию под пашню или кормовые угодья

На территории ОАО «Победа» Шелаболихинского района Алтайского края Кирякина Ю. Ю. и Татаринцев Л. М. выделяли типы земель в системе каркаса рельефа местности, а затем их оценивали для выполнения тех или иных производственных функций [56].

Белорусские ученые Черныш А. Ф., Качков Ю. П., Башкинцева О. Ф., Давыдик Е. Е., Яцухно В. М. выделенные типы земель приурочили к определенным категориям рельефа, они характеризуются помимо состава почвенного покрова количественными показателями его сложности, контрастности; оценивалось также их экологическое состояние [103].

Авторы перечисленных типизаций учитывали только природную составляющую земель, что не дает возможности до конца оценить их производительную способность. В данном исследовании предлагается провести типизацию земель в агроландшафтах, делая упор как на природную, так и на экономическую составляющие, т. е. учитывая не только рельеф, почвенные разности, проявление негативных процессов, но и урожайность, балл бонитета.

Типизация является основой для дальнейшей дифференциации территории, которая может быть представлена выделением зон в процессе зонирования (районирования). Зонирование (районирование) территории применяется для изучения и выявления каких-либо особенностей территорий, существенных для принятия решений по их целевому использованию. Зонирование – это дифференциация территории по зонам, своеобразное расслоение географического пространства, где каждый слой – это

зона. Под зоной понимают участок территории, выделенный с определенной целью по количественным и качественным критериям для реализации конкретных функций. Ареал зоны обычно разорван, что отличает зонирование от районирования [99]. Для целей землеустройства наиболее часто применяется зонирование как прием деления территории по совокупности каких-либо факторов или явлений. Зонирование может быть представлено двумя видами деятельности: выделением зон и разделением территории на части с замкнутыми границами (зонами).

Обычно выделяют три вида зонирования: разрешительно-ограничительное (градостроительное, земельно-правовое, зонирование лесного фонда и др.); ограничительно-экологическое; организационно-управленческое (функциональное, оценочное и др.) [9]. К третьему виду относится функциональное зонирование, в ходе которого определяются границы, функциональное назначение, режимы и регламенты использования зон на основе выявленных в процессе анализа территории участков, однородных по природным признакам и характеру хозяйственного использования. К функциональному зонированию сельскохозяйственных территорий относятся зонирования, основанные на разных подходах [99], их характеристика представлена в таблице 4.

Таблица 4 – Характеристика видов функционального зонирования

Зонирование	Подход	Содержание
Агроэкологическое	Агроэкологический	Изучение агроэкологических факторов и режимов территории по отношению к отдельным видам или группам сельскохозяйственных растений с выделением агроэкологически однотипных участков
Эколого-ландшафтное	Экологический, ландшафтный	Организация сельскохозяйственного природопользования на разных уровнях ландшафтной дифференциации территории
Агроландшафтное	Экологический, ландшафтный	Организация сельскохозяйственного природопользования на разных уровнях ландшафтной дифференциации территории
Эколого-экономическое	Эколого-экономический	Учет как природно-экологических, так и социально-экономических факторов сельскохозяйственного природопользования
Эколого-хозяйственное		
Эколого-функциональное		
Кластерное	Кластерный	Выделение территории с повышенной плотностью застройки и инфраструктуры на заранее определенных участках

Первые работы по зонированию (районированию) территории Омской области были проведены Градобоевым Н. Д. [33] с выделением почвенно-географических зон, Рейнгард Я. Р. представил агропочвенное, геоморфологическое, почвенно-эрозионное районирование [108].

Нежевляк О. В. под руководством Рейнгарда Я. Р. провела агроэкологическое районирование территории Омской области с применением широкого спектра природных и хозяйственных факторов при агроэкологической оценке почвенного покрова с выявлением степени благоприятствования природных условий для повышения уровня урожайности сельскохозяйственных культур в различных зонах. В результате данного районирования на территории Омской области выделено 11 агроэкологических районов и 35 подрайонов в разрезе которых составлены рекомендации по использованию агроландшафтов и проведению типов и видов мелиоративных мероприятий с целью повышения агропотенциала почв [108].

Эколого-ландшафтное районирование Омской области предложили Большаник П. В. и Игенбаева Н.О. За основу районирования взят уровень антропогенной нагрузки, рассчитанный с учетом экологической плотности населения, величины отрицательного воздействия отраслей хозяйства на данную территорию, биоклиматический потенциал (влияние тепла и влаги на биологическую продуктивность). В результате проведенного районирования на территории Омской области выделено 38 эколого-ландшафтных районов [10].

На примере Калачинского района Омской области Кочергиной З. Ф. представлена методика ландшафтно-экологического зонирования. Задачей данного зонирования является выделение однородных в экологическом отношении зон и подзон для решения правильного хозяйственного использования земли в сельскохозяйственных отраслях, выполнения природоохранных средостабилизирующих функций. В качестве ведущих факторов при выделении зон и подзон в процессе ландшафтно-экологического зонирования Кочергина З. Ф. приняла: однородность ландшафтно-экологических условий, их пригодность к хозяйственному использованию, выполнению средостабилизирующих и природоохранных функций [75].

В данной работе предлагается применять методику эколого-хозяйственного зонирования территории на основе слияния подходов агроландшафтного и эколого-хозяйственного зонирования, представленных в таблице 5. Данное зонирование учитывает все необходимые критерии для формирования устойчивого агроландшафта, а именно – результаты оценки ландшафтно-экологического состояния агроландшафтов, выполняемые ими функции и производительную способность.

Для достижения устойчивости агроландшафта организация территории должна проводиться на всю площадь агроландшафта, быть в динамике с изменениями, происходящими в агроландшафте, определять режимы их использования, ухода за ними и управления [113].

Для учета однородности ландшафтно-экологических условий необходимо разрабатывать агроландшафтные карты территорий с использованием ГИС-технологий. ГИС позволяют решать большой объем задач по изучению ландшафтно-экологических условий, организации территории на ландшафтно-экологической основе с конкретной привязкой к первичным ландшафтным выделам, ареалам проявления различных ландшафтно-экологических процессов, выраженных в экологическом состоянии [132].

1.2 Применение ГИС-технологий при формировании экологически устойчивого агроландшафта

В основу данных диссертационного исследования положен эколого-ландшафтный подход, который может быть реализован на основе создания информационной базы [75]. Создать такую базу, привязанную к цифровым картам, можно с помощью ГИС-технологий [63].

ГИС-технологии – это информационные системы, предназначенные для сбора, хранения, обработки, отображения, распространения данных и получения на их основе новой информации. Возможность хранить и обрабатывать географические (пространственные) данные является главной отличительной чертой ГИС от других информационных систем. Возможности ГИС-технологий представлены на рисунке 4.

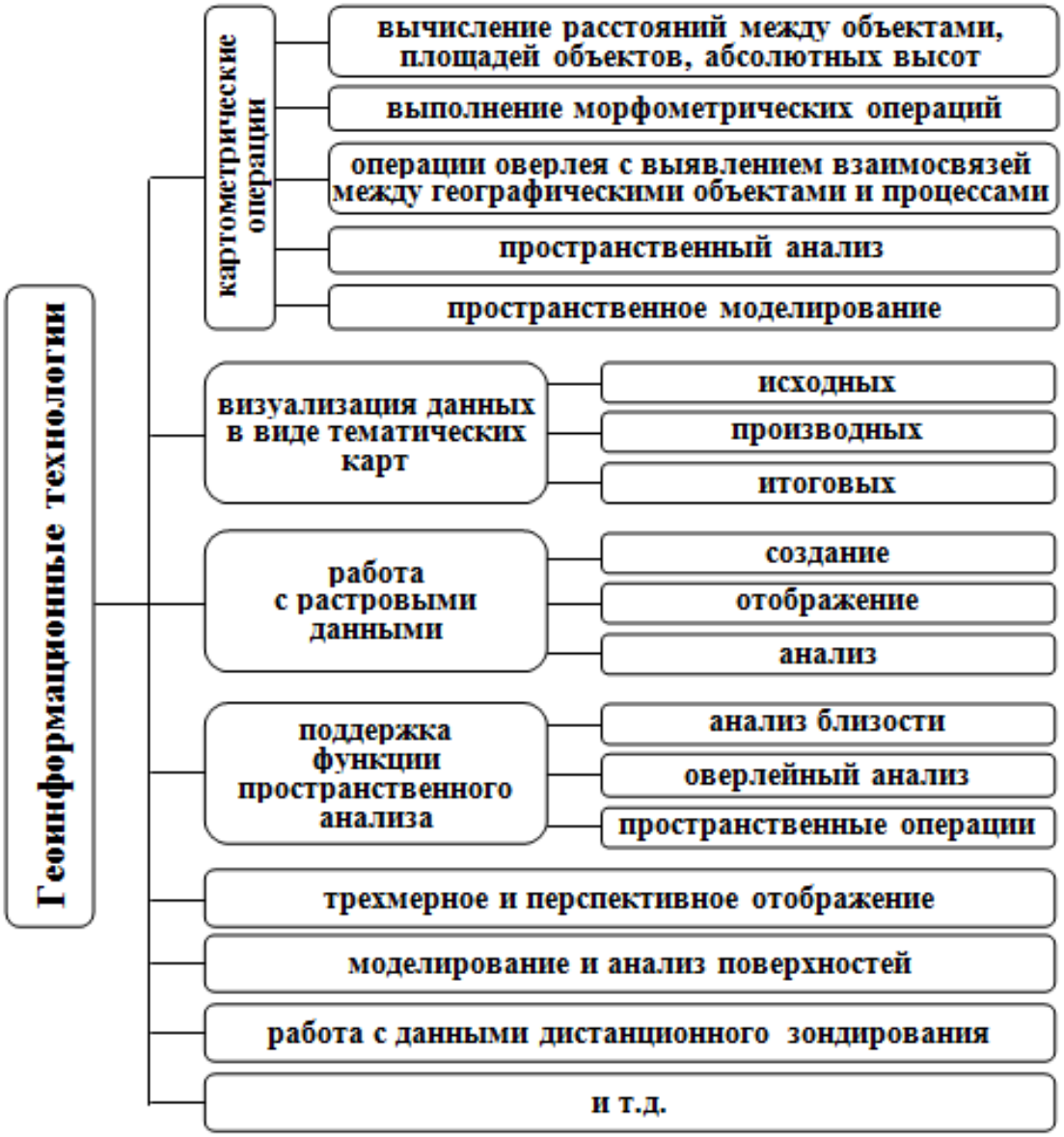


Рисунок 4 – Возможности ГИС-технологий

В землеустройстве ГИС-технологии решают следующие задачи: мониторинг земель, плодородия почв; оценка пригодности земель для использования под пашню или кормовые угодья, под возделывание сельскохозяйственных культур; оптимизация структуры землепользования; проектирование полей; научно обоснованное размещение севооборотов; различные виды районирования земель и т. д.

В зависимости от функциональных возможностей можно выделить несколько групп программ, применяемых при решении землеустроительных задач. Группы программ представлены на рисунке 5.

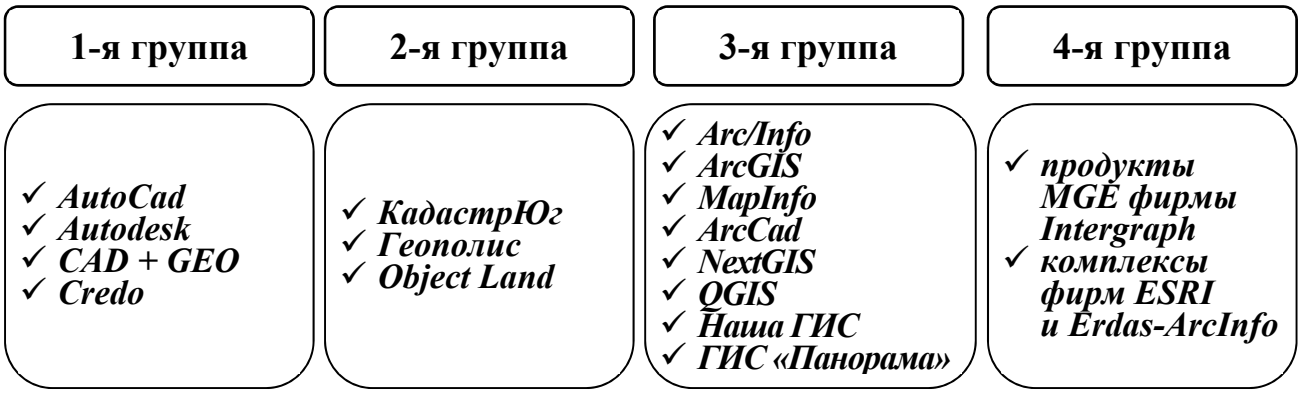


Рисунок 5 – Программы, применяемые при решении землеустроительных задач

Основное назначение программ первой группы – создание систем автоматизированного проектирования. Но AutoCad – не базовое инструментальное средство для формирования автоматизированной технологии землеустройства и кадастров. В первую очередь AutoCad решает задачи САПР, но также может использоваться как один из элементов системы, включенный в общую технологическую схему землеустроительных и кадастровых работ. Во второй группе программные средства, не только решающие задачи САПР, но и имеющие дополнительные возможности. Такие программы решают некоторые картографо-землеустроительные и кадастровые задачи и создают относительно несложные ГИС. Программы третьей группы обладают необходимым встроенным математическим аппаратом для многофункциональной обработки изображений; удобны для создания полномасштабных ГИС. Еще одним плюсом программ третьей группы является жесткая взаимосвязь между информацией из семантических и графических баз данных. Для продуктов, представленных в четвертой группе, характерно наличие мощных средств как для создания ГИС и обработки картографического материала, так и для построения полностью автоматизированной технологической линии.

Таким образом, для создания ГИС удобнее использовать программные продукты четвертой группы. Первая и вторая группы не подходят для этих целей. Программы, входящие в третью группу, имеют ряд ограничений по использованию, поэтому тоже не совсем удобны для решения данной задачи, но все же именно они

в нашей стране применяются в области землеустройства. Возможно, это связано с большей доступностью данных программных продуктов.

Для работы над диссертацией нами была выбрана программа MapInfo Professional, при этом акцент был сделан на наличие в данной программе прямой связи между картографическим отображением и базой данных (БД), в которой содержится нужная информация по всем объектам, изображенным на карте. Именно это преимущество по отношению к другим ГИС-программам предопределило наш выбор.

В ГИС осуществляется комплексная обработка информации – от ее сбора до хранения, обновления и представления. Сбор информации является важным этапом создания картографических произведений, но и их визуализация является не менее значимым этапом. Сущность визуализации заключается в том, чтобы сделать невидимые данные видимыми для человека. Например, построить геоизображение по цифровой модели местности, хранящейся в цифровом виде на электронном носителе [83]. Форма представления пространственных данных предполагает создание диаграмм, вывод статистических данных, создание картографической продукции и совмещение этих результатов в отчетном проекте. Иногда информацию, созданную в ГИС, достаточно вывести на дисплей монитора в виде цифровой карты [52]. Также можно цифровую карту распечатать и представлять в виде графической карты на бумажной, пластиковой или иной основе. Преобразовав цифровое картографическое изображение в растровый формат (растеризация), можно получить электронную карту. Необходимо различать цифровые, графические и электронные карты, потому что в научной, нормативной и производственной литературе часто смешивают эти понятия [52, 86].

Картографическая информация, в том числе ландшафтно-экологическая, создаваемая землеустроительными органами, очень динамична, варианты ее отображения всегда связаны с перераспределением земель, а следовательно, с изменением границ уже сложившихся землепользований. Широкий диапазон и специфика применения земельно-ресурсной информации определяют основные требования к планово-картографическим материалам, создаваемым и используемым в процессе землеустройства.

К таким требованиям относятся: целостность и полнота информации; максимальная унификация; компактность и наглядность (хорошая читаемость); точность (детализация) и достоверность; непрерывность обновления и согласованность [39, 40].

В соответствии со ст. 13 Земельного кодекса РФ собственники земельных участков, землепользователи, землевладельцы и арендаторы земельных участков обязаны проводить мероприятия, способствующие воспроизводству плодородия земель сельскохозяйственного назначения и предотвращению процессов деградации. Сохранению и воспроизводству плодородия сельскохозяйственных земель способствует применение систем адаптивно-ландшафтного земледелия, при разработке которых формируются высокопродуктивные и экологически устойчивые агроландшафты.

Разработка системы адаптивно-ландшафтного земледелия невозможна без применения ГИС-технологий, которые помогут создать ландшафтно-экологическую информационную базу, необходимую для формирования геоинформационной модели изучаемой территории. Геоинформационная модель является геоинформационным обеспечением (основой) для проведения внутрихозяйственного землеустройства; определения сельскохозяйственных культур, которые наиболее выгодно выращивать на определенном земельном участке; определения мелиоративных мероприятий и внесения удобрений; предотвращения деградации земель и сохранения плодородия почвы на длительное время; рационального использования земельного участка и получения максимальной прибыли от возделывания земельного участка [43].

Геоинформационная модель местности (ГММ) является фундаментом для создания набора различных специализированных карт, которые помогут собственникам земель формировать высокопродуктивные и экономически устойчивые агроландшафты и разрабатывать мероприятия по улучшению плодородия земель. В основе ГММ заложена система показателей, позволяющих наиболее объективно оценить качество земель. К основным показателям относятся почвенные, агроклиматические и орографические условия. ГММ содержит координированную информа-

цию о расположении, форме, размерах и заданных характеристиках географических объектов местности, природных явлений, природных и техногенных процессов и событий, происходящих на рассматриваемой территории. Она подлежит накоплению, хранению и обновлению в территориальных банках данных [85]. Совокупность информационных координированных компьютерных моделей территории образуют геоинформационное пространство [84].

Комплект карт, созданных на базе одной ГММ, носит выраженную тематическую направленность. Для различных целей на базе одной модели может быть сформирован разный набор карт. Перечень основных специализированных карт, необходимых для рационализации землепользования, представлен на рисунке 6 [75].

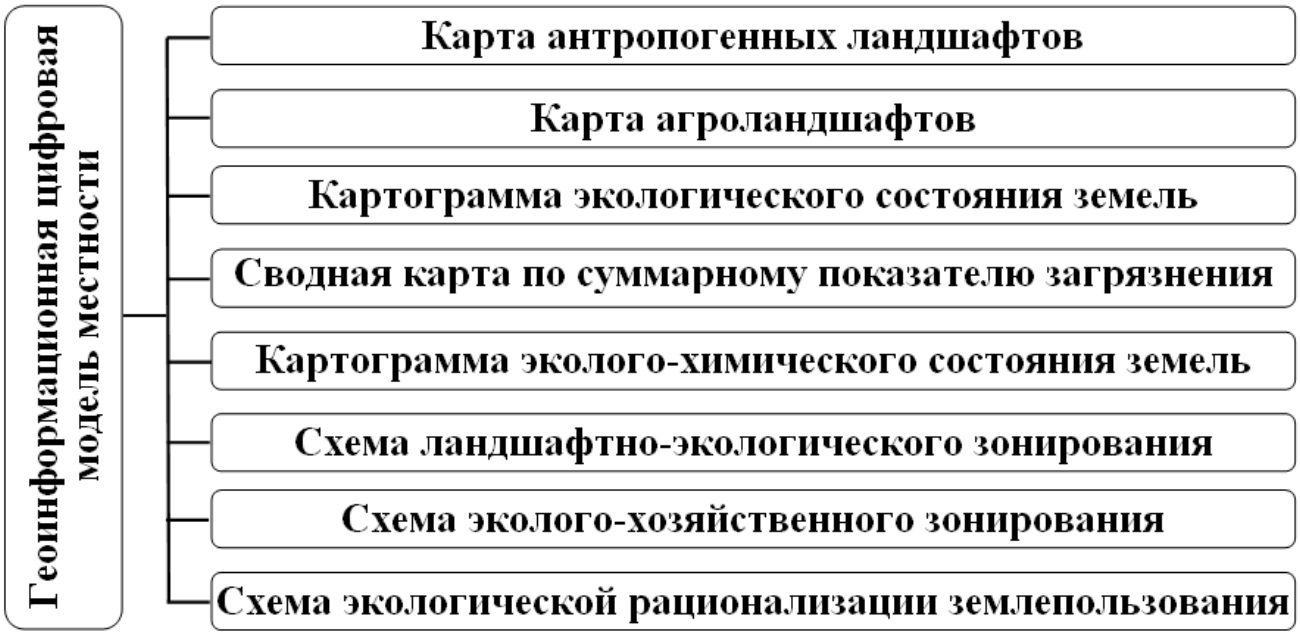


Рисунок 6 – Комплект специализированных карт

Переход на автоматизированные технологии обработки информации практически во все сферах деятельности, а прежде всего, в геодезии, кадастре, дистанционном зондировании Земли, картографии, обусловлен ориентированием современного производства на минимизацию затрат на создание конечного продукта, что невозможно без применения ГИС [41, 42].

1.3 ГИС как инструмент создания глобальной геоинформационной платформы для проведения цифровой трансформации сельского хозяйства

На данный момент агропромышленный комплекс (АПК) России готов к внедрению различного рода инноваций. Эта потребность возникла с пониманием того, что при ведении сельского хозяйства устаревшими методами добиться хотя бы остановки повышения цен на сельскохозяйственную продукцию не предоставляется возможным. Введение современных цифровых технологий в сельское хозяйство России призвано обеспечить его интенсификацию и позволить оптимизировать использование земель сельскохозяйственного назначения [23].

Сельское хозяйство всегда имело непривлекательные для инвесторов характеристики: длительный цикл производства, зависимость от природных факторов, устаревшие технологии производства, потери урожая на всех циклах производства. Но, несмотря на это, такие страны, как США, Китай, Индия, Канада, Израиль на данный момент смогли привлечь внимание инвесторов, внедряя технологии цифрового земледелия.

Этапом начала цифровизации в России можно считать принятие программы «Цифровая экономика Российской Федерации», утвержденной распоряжением Правительства РФ от 28.07.2017 №1632-р [120]. Нужно отметить, что при подготовке данной программы сельское хозяйство не входило в перечень приоритетных отраслей, но к концу 2017 г. Минсельхоз России предложил создать государственную программу «Цифровое сельское хозяйство». Наряду с этим в Минсельхозе России появился аналитический центр, который занимается мониторингом состояния земель сельскохозяйственного назначения, а в крупнейших аграрных вузах страны открылись кафедры для подготовки квалифицированных кадров в области цифровизации сельского хозяйства [122].

Аналитическим центром для получения информации о землях сельскохозяйственного назначения и для принятия управленческих решений разработана и реализуется Единая федеральная информационная система о землях сельскохозяйственного назначения и землях, используемых или предоставленных для ведения

сельского хозяйства в составе земель иных категорий (ЕФИС ЗСН) [62]. В систему вносится информация о возделываемых культурах для каждого поля, указывается наименование и ИНН землепользователя, информация об объектах и сооружениях мелиорации. Система содержит результаты агрохимических обследований, проводимых учреждениями агрохимической службы Минсельхоза России, обеспечивает автоматическое построение графиков, отображающих структуру севооборота и хода вегетационных индексов, позволяет определять поля с низким уровнем плодородия. Также планируется расширить функции модуля с применением данных дистанционного зондирования земли (ДЗЗ): определение выращиваемых культур, выявление неиспользуемых угодий, оценка степени зарастания угодий древесно-кустарниковой растительностью. Все вышеперечисленные данные будут отображены в электронном атласе земель сельскохозяйственного назначения (ФГИС ФП АЗСН), что обеспечит свободный доступ сельхозтоваропроизводителям и инвесторам [45]. На рисунке 7 представлен макет ЕФИС ЗСН.

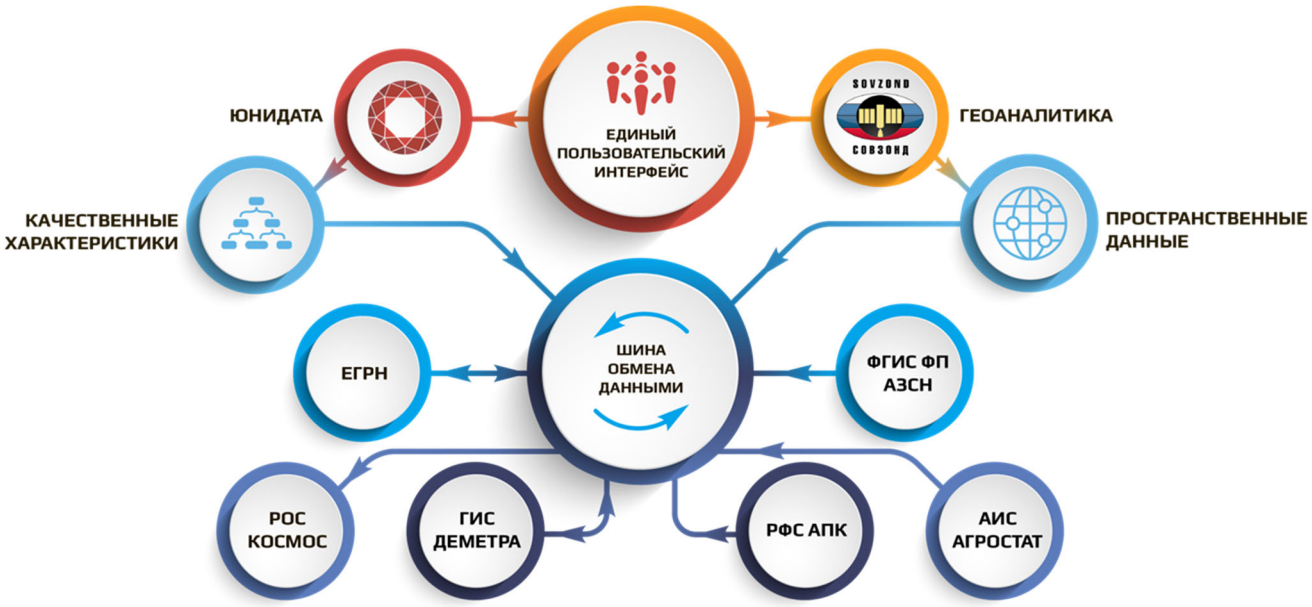


Рисунок 7 – Архитектура ЕФИС ЗСН [106]

Цифровизация сельского хозяйства преследует две главные цели: повышение производительности и снижение потерь. И если задачей развитых стран является максимальное увеличение производительности сельского хозяйства, то перед Рос-

сией стоит задача ускоренного увеличения производительности сельского хозяйства, так как последние мировые события показали, что эффективность отечественного сельского хозяйства находится не на высоком уровне. Таким образом, необходимо незамедлительно искать пути решения проблем, препятствующих увеличению производительности сельского хозяйства.

Мы согласны с мнением Папаскири Т. В. [100], что невозможно создать цифровое сельское хозяйство, предполагающее внедрение «умного землепользования», минуя создание «цифрового землеустройства». Не может земледелие на основе адаптивно-ландшафтных подходов проводиться без эффективного планирования и рационального использования земельных ресурсов. Это может стать судьбоносной ошибкой в стратегии увеличения производительности сельского хозяйства.

На наш взгляд, внедрение «цифрового земледелия» необходимо, и в данный момент как никогда актуально, но без учета пригодности земель к использованию ведение «умного земледелия» нецелесообразно, оно может привести к незначительным кратковременным результатам, но устойчивого повышения производительности не достигнет [136].

В Российской Федерации за период с 2005 по 2018 г. проекты землеустройства разрабатывались недостаточно и только на сельскохозяйственные организации (внутрихозяйственное землеустройство). Исключение составляет Белгородская область, где разработка проектов внутрихозяйственного землеустройства имела массовый характер (с 2007 по 2014 г. – 123 проекта). К 2015 г. составлено 10 проектов адаптивно-ландшафтной системы земледелия и охраны почв [119]. Как раз эти 123 сельскохозяйственные организации и готовы к проведению «цифровизации сельского хозяйства» для ведения «умного земледелия». На территории Белгородской области после проведения землеустройства ведется высокоэффективное сельское хозяйство, а внедрение точного земледелия подняло бы показатели на еще более высокий уровень.

В том, что основой цифровизации сельского хозяйства являются геоинформационные проекты землеустройства сельскохозяйственных предприятий, уверен

и профессор Вершинин В. В. со своими коллегами [23]. Они предлагают свою модель цифровизации сельского хозяйства и обмена данными между федеральными органами власти, подведомственными организациями и сельхозтоваропроизводителями и считают, что именно научно-производственные центры по землеустройству сельскохозяйственных предприятий, созданные на государственном уровне, должны выполнять функцию по обобщению цифровых данных и разработке научно обоснованных рекомендаций по интенсификации сельскохозяйственного производства.

В этом случае землеустроенность территории начинается на уровне элементарных выделов (видов агроландшафтов), в границах которых проектируются рабочие участки, сенокосооборотные и пастбищеоборотные участки, которые формируют севообороты, сенокосообороты и пастбищеобороты. Земельные массивы производственных подразделений, землевладений и землепользований проектируются относительно агроэкологически однотипных территорий [2].

По поручению заместителя председателя Правительства Российской Федерации Гордеева А. В. от 19 октября 2018 г. разработан проект концепции «Цифровое сельское хозяйство» [105]. Разработчиками проекта являются не только Министерства РФ, но и Российская академия наук, ФГБНУ «Почвенный институт им. В. В. Докучаева», ФГБОУ ВО «Государственный университет по землеустройству». Это позволяет предположить, что при цифровизации сельского хозяйства будут учтены вопросы эффективного планирования и рационального использования земельных ресурсов.

На данный момент ведомственный проект «Цифровое сельское хозяйство» (ЦСХ) является одним из приоритетных проектов развития сельского хозяйства. Его главная цель – трансформация сельского хозяйства посредством внедрения цифровых технологий и платформенных решений для обеспечения технологического прорыва в АПК и достижения роста производительности на «цифровых» сельскохозяйственных предприятиях в 2 раза к 2024 г. Характеристика проекта «Цифровое сельское хозяйство» представлена на рисунке 8.

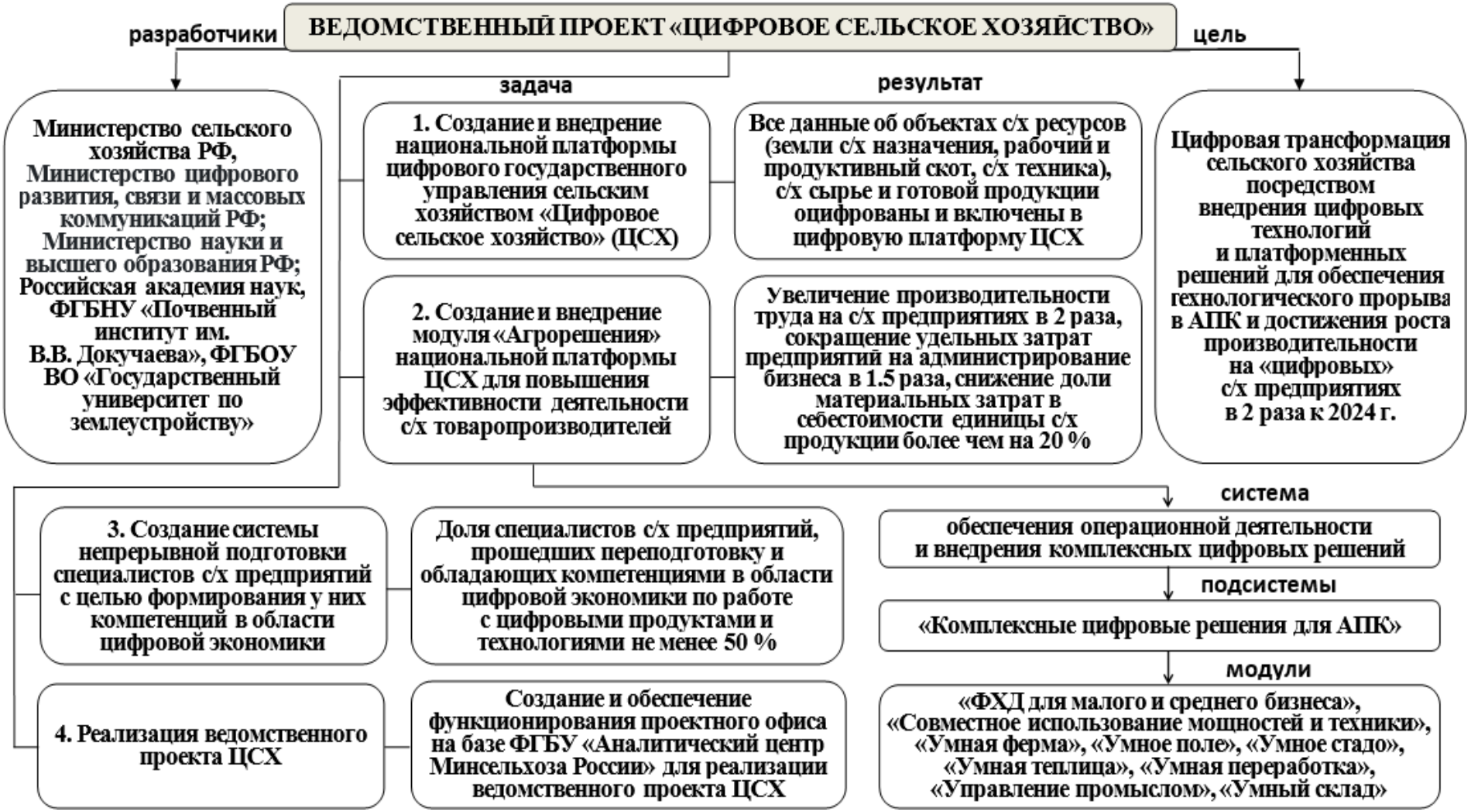


Рисунок 8 – Характеристика ведомственного проекта «Цифровое сельское хозяйство»

Многие ученые высказывают опасения, что цифровую трансформацию сельского хозяйства в России будет тормозить разрозненность данных, получаемых от федеральных агентств и ведомств, и отсутствие единого подхода по сбору, накоплению и отображению данных в цифровой среде, отсутствие единой интернет платформы, (на данный момент две основные базы данных ФГИС ФП АЗСН и ЕФИС ЗСН функционируют на обособленных интернет-платформах, которые не имеют функции объединения данных) [23].

Также могут возникнуть следующие препятствия:

– подача сельхозпроизводителями недостоверной информации, так как открытость сведений возможна только при научно обоснованном ведении сельскохозяйственного производства. Зачастую сельхозпроизводители не придерживаются рекомендаций по ведению научно обоснованного сельскохозяйственного производства, что приводит к деградации земель и снижению плодородия [23];

– высокая доля малых крестьянских и фермерских хозяйств, которым финансово недоступно применение современных технологий;

– нехватка специалистов, способных поддерживать и развивать геоинформационную среду предприятия, умеющих работать с инновационными технологиями [23];

– наличие больших площадей неиспользуемых земель сельскохозяйственного назначения (по данным Минсельхоза, примерно 23,6 % от всего земельного фонда России), введение их в производство требует больших экономических затрат;

– отсутствие модернизированного машинно-тракторного парка;

– невозможность мелким производителям продать свою продукцию минуя посредников [121];

– отсутствие материалов долгосрочного прогнозирования и планирования использования земельных ресурсов для ведения сельскохозяйственного производства;

– высокая доля земельных участков, используемых в сельскохозяйственном производстве, не поставленных на кадастровый учет;

– отсутствие детализированной карты земель сельскохозяйственного назначения (с точностью до 1 м) с указанием основных показателей состояния почвенного покрова;

– высокая доля неразграниченных сельскохозяйственных земель по формам собственности и разрешенному использованию;

– большой процент территорий без проведения проектов территориального и внутрихозяйственного землеустройства;

– практически полное отсутствие цифровой инфраструктуры в сельской местности.

Проведение цифровизации стало возможным лишь после того, как ГИС-технологии охватили все сферы жизнедеятельности общества. На всех этапах цифровизации, начиная с создания первоначального банка цифровой картографической базы и заканчивая работой в интеллектуальных цифровых системах, не обойтись без применения ГИС-технологий.

1.4 Основные выводы по первому разделу

Агроландшафт – это генетически однородный природно-территориальный комплекс, характеризующийся территориальной целостностью, относительно единым геологическим фундаментом, однотипным рельефом, климатом, единообразным сочетанием почв, биоценозов, элементов системы землеустройства и обладающий функциями самовоспроизводства.

Для исследований в рамках данной диссертации наиболее значимы региональные агроландшафты в зональном разрезе, южные лесостепные и степные агроландшафты, объединенные Воскресенским С. С. [21] в юго-восточный природно-территориальный комплекс с учетом границ геоморфологических областей.

Агроландшафты характеризуются экологической неустойчивостью, поэтому при ведении сельского хозяйства необходимо учитывать их экологическое состоя-

ние, которое зависит от вида и степени проявления негативных процессов, формирующихся под влиянием природных и антропогенных факторов. Для установления экологического состояния агроландшафтов проводится их ландшафтно-экологическая оценка. При этом изучаемая территория для формирования экологически однородных участков, подвергается дифференциации с выделением зон с одинаковыми ландшафтно-экологическими условиями. Основой для ландшафтно-экологической дифференциации является типизация земель в агроландшафтах.

Типизация, в свою очередь, является основой для дальнейшей дифференциации территории, которая представляет собой выделение зон в процессе ЭХЗ территории. Результатом ЭХЗ является карта эколого-хозяйственного зонирования (карта ЭХЗ) территории, которая позволит сократить временные затраты на выбор технологий использования земель. Тем более, что импортозамещение подразумевает переход сельского хозяйства на технологически более развитый уровень производства в короткие сроки.

Формирование высокопродуктивных и экологически устойчивых агроландшафтов на основе ЭХЗ осуществляется в рамках проведения землеустройства с дальнейшей проработкой в системах земледелия, что способствует сохранению и воспроизводству плодородия сельскохозяйственных земель.

Разработка системы земледелия на ландшафтной основе невозможна без применения ГИС-технологий, которые помогут создать ландшафтно-экологическую информационную базу, необходимую для формирования геоинформационной модели местности. Применение ГИС-технологий при обработке информации способствует минимизации временных и, соответственно, финансовых затрат на создание конечного продукта. ГИС-технологии являются незаменимым инструментом создания глобальной геоинформационной платформы как основы цифровой трансформации сельского хозяйства. Введение современных цифровых технологий в сельское хозяйство России призвано обеспечить его интенсификацию и позволяет оптимизировать использование агроландшафтов.

2 ФОРМИРОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИ УСТОЙЧИВОГО АГРОЛАНДШАФТА НА ОСНОВЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ

2.1 Эколого-хозяйственное зонирование земель в агроландшафтах

Для формирования экологически устойчивого агроландшафта предлагается использовать дифференциацию территории с выделением эколого-хозяйственных зон с одинаковыми ландшафтно-экологическими условиями для устройства территории по определенным частям агроландшафта, к которым «привязывают» систему ведения хозяйства, земледелия, природоохранные мероприятия и заканчивают формированием экологически однородных участков. Основой данного зонирования является типизация, выполненная по ведущему компоненту, влияющему на экологическое равновесие определенной территории [69, 73].

Таким критерием в предложенной типизации являются группы земель в агроландшафте, выделенные по пригодности к использованию под пашню или кормовые угодья, при этом учитывается не только рельеф, почвенные разности, проявление негативных процессов, но и урожайность, балл бонитета [73].

В процессе исследований разработана технологическая схема проведения ЭХЗ территории, из которой видно, что предложенное зонирование состоит из двух этапов: проведение типизации земель в агроландшафтах и выделение эколого-хозяйственных зон. Технологическая схема проведения ЭХЗ представлена на рисунке 9.

В свою очередь, типизация проводится в два этапа: подготовительный (классификация агроландшафтов и оценка видов агроландшафтов) и основной (группировка видов агроландшафтов по пригодности к использованию под пашню или кормовые угодья и выделение типов земель в агроландшафтах).

Схема проведения типизации земель в агроландшафтах представлена на рисунке 10.

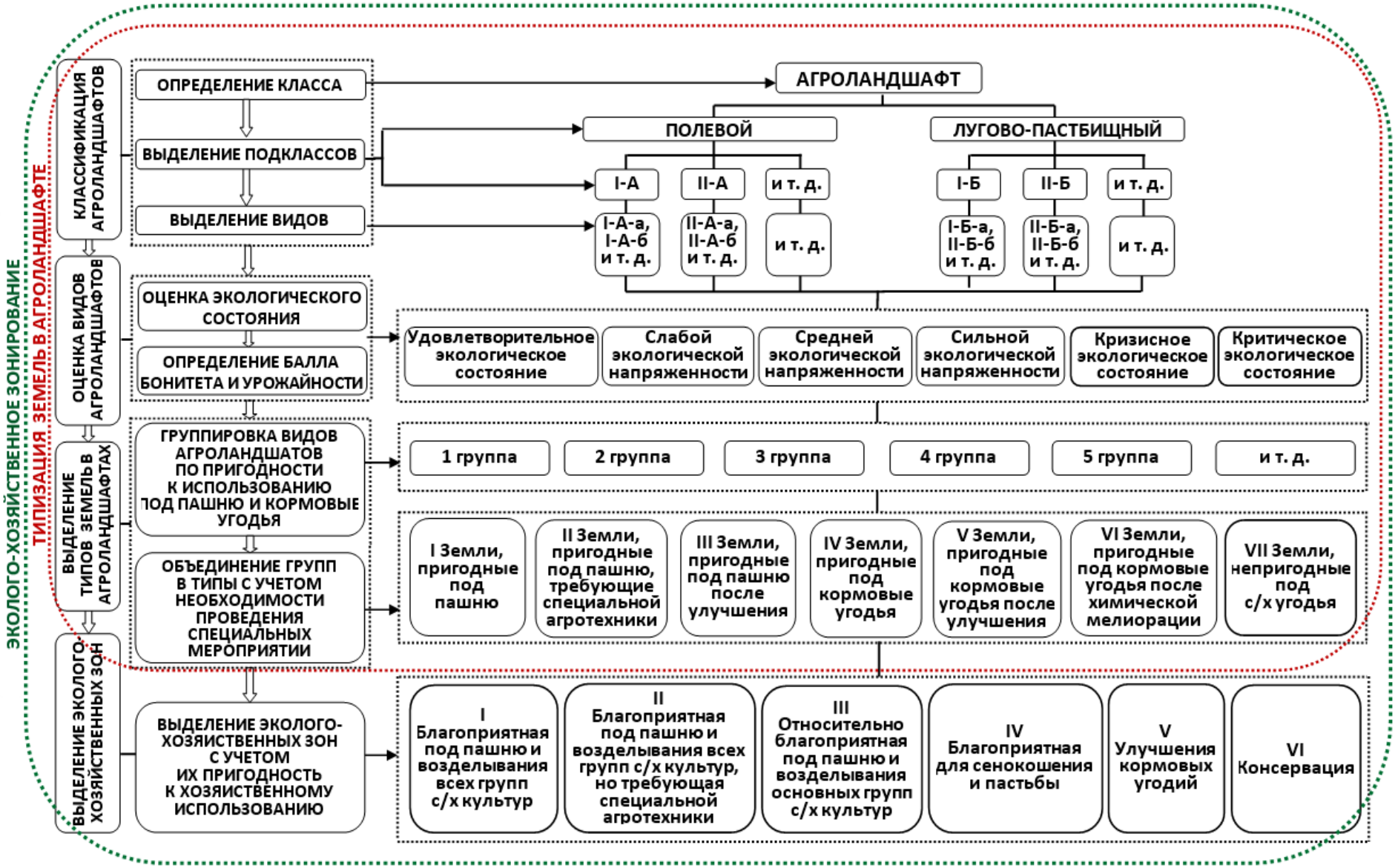


Рисунок 9 – Технологическая схема проведения ЭХЗ

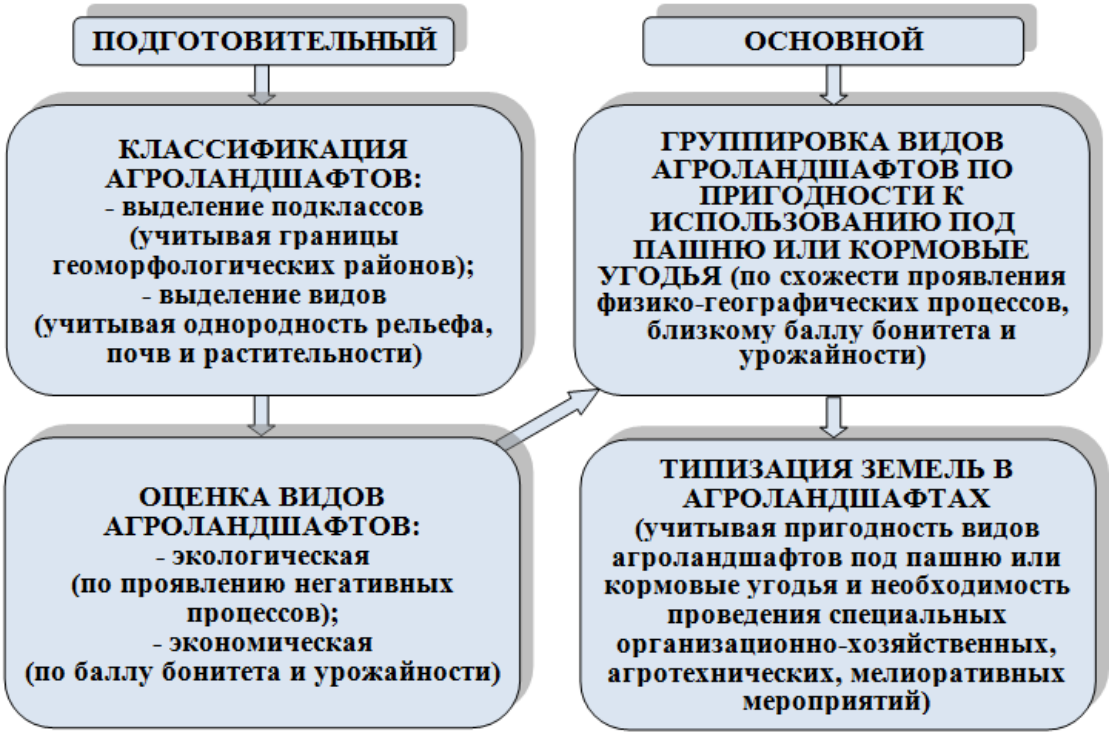


Рисунок 10 – Схема проведения типизации земель в агроландшафтах

Целью предложенной типизации является более детальный и строгий учет природных особенностей агроландшафтов для дальнейших разработок систем земледелия на ландшафтной основе. Ее актуальность обусловлена необходимостью разработки новых подходов к проведению землеустройства в связи с потребностью «быстрого» восстановления сельского хозяйства нашей страны и в то же время с устойчивой тенденцией ухудшения экологического состояния агроландшафтов.

На подготовительном этапе типизации земель в агроландшафтах проводится классификация агроландшафтов по методике Кочергиной З. Ф. [75]. При этом решаются следующие вопросы:

– выделение подклассов – агроландшафта с учетом геоморфологических районов (по Воскресенскому С. С.);

– в пределах подклассов выделение видов агроландшафта.

По классификации (см. рисунок 9) из класса агроландшафт, как самые крупные единицы по типу хозяйственной деятельности рассматриваются полевой, лугово-пастбищный подклассы. При этом используется прием выделения значимых

ландшафтообразующих компонентов с учетом границ геоморфологических районов. Отсюда, если исследуемая территория расположена в границах одного геоморфологического района, подклассов будет выделено по одному (I-А, I-Б, I-С), если в двух – по два (I-А, I-Б, I-С, II-А, II-Б, II-С) и т. д. Название подклассов агроландшафтов дается по преобладающим мезоформам рельефа. Римскими цифрами обозначаются геоморфологические районы (I, II, III, IV, ...), заглавными буквами – полевой (А), лугово-пастбищный (Б) и садовый (С) подклассы.

Далее, с учетом однородности рельефа и почв в каждом подклассе, выделяются виды агроландшафтов (см. рисунок 9). Название видам агроландшафтов дается по формам рельефа и типам почв. К римской цифре и заглавной букве, обозначающих геоморфологический район и подкласс, добавляется строчная буква (а, б, в...), обозначающая вид агроландшафта в разрезе подклассов (I-А-а, I-А-б...).

В процессе использования агроландшафты выполняют функции угодий. При решении вопросов целевого использования агроландшафтов как угодий необходимо оценить их экологическое состояние. Оценка экологического состояния агроландшафтов дает возможность установить производительный потенциал земельных угодий, нормы, правила использования земли как природного ресурса, правильно разработать мероприятия по восстановлению их свойств [78].

Для данной оценки рекомендуется брать показатели наиболее значимых негативных процессов (засоление, заболачивание, эрозия, дефляция, подтопление, опустынивание и т. д.), непосредственно влияющих на состояние агроландшафтов конкретной изучаемой территории.

Экологическое состояние видов агроландшафтов определяется по методике разработанной на кафедре землеустройства ФГБОУ ВО Омского ГАУ [71, 75, 78, 129], с применением сравнительного метода исследования и материалов почвенных обследований (почвенный очерк, почвенная карта и т. д.). По данной методике экологическое состояние агроландшафтов может быть удовлетворительным, слабой, средней, сильной экологической напряженности (ЭН), критическим и кризисным (см. рисунок 9). Параметры определения экологического состояния агроландшафтов приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Экологическое состояние агроландшафтов [68, 71, 121]

Экологическое состояние	Проявление негативных процессов	Сельскохозяйственное использование
Удовлетворительное	Не проявляются	Интенсивное использование
Слабой ЭН	В слабой степени	Интенсивное использование
Средней ЭН	В средней степени	Ограниченное использование
Сильной ЭН	В сильной степени	Ограниченное использование
Критическое	В очень сильной степени	Частичная или полная консервация
Кризисное	Создаются условия для возникновения экологических бедствий	Вывод из сельскохозяйственного оборота

Оценка дается в баллах по шкале с учетом не только вида, но и интенсивности проявления процессов. Шкала представляет собой разработанную систему показателей в баллах [129]. Каждый фактор оценивается с учетом того, что наибольший балл получает наиболее неблагоприятная степень его проявления. По мере снижения степени проявления того или иного процесса балл уменьшается. Предел шкалы задан от 0 до 5 баллов. При этом баллы расставлены с учетом того, какие из оцениваемых факторов (а также степень их проявления) более вредоносны и необратимы для изучаемой территории. Шкала оценки негативных природных и антропогенных процессов для видов агроландшафта представлена в таблице 6. С помощью данной шкалы путем сравнения полученных сумм баллов с нормативными параметрами оценки экологического состояния, представленными в таблице 7, устанавливается экологическое состояние всех видов агроландшафта.

Оценка проводится по двум направлениям: по пашне и кормовым угодьям. Полученные результаты оценки учитываются при группировке видов агроландшафта по пригодности к использованию под пашню или кормовые угодья. Группировкой видов агроландшафта по пригодности к использованию начинается второй этап (основной) проведения типизации земель в агроландшафтах (см. рисунки 9, 10). В одну группу пригодности включаются виды агроландшафта, имеющие одинаковое экологическое состояние, близкий балл бонитета и, соответственно, близкую урожайность. Так как на проявление негативных процессов влияют рельеф и почвенные разности, при выделении групп пригодности их берут за основу. Следовательно, количество групп пригодности к использованию под пашню или кормовые угодья зависит от выраженности рельефа и пестроты почвенных разностей.

Таблица 6 – Шкала оценки негативных природных и антропогенных процессов для видов агроландшафта [129]

Факторы	Баллы
Засоление	
Не проявляется	0
Слабое	1
Среднее	2
Сильное	5
Заболачивание	
Не проявляется	0
Слабое	1
Среднее	2
Сильное	5
Эрозия	
Не проявляется	0
Слабое	1
Среднее	2
Сильное	5
Дефляция	
Не проявляется	0
Слабое	1
Среднее	2
Сильное	5

Таблица 7 – Нормативные параметры оценки экологического состояния видов агроландшафта

Экологическое состояние	Баллы
Удовлетворительное	до 1
Слабой ЭН	2-3
Средней ЭН	4-9
Сильной ЭН	10-15
Критическое	16-21
Кризисное	более 22

Для каждой группы агроландшафта по пригодности к использованию, исходя из их экологического состояния, устанавливаются приемы регулирования их свойств, заключающиеся в проведении определенных мероприятий. Приемы регулирования свойств агроландшафтов с учетом их экологического состояния, разработанные Кочергиной З. Ф. и Хоречко И. В., представлены в таблице 8.

Таблица 8 – Приемы регулирования свойств агроландшафтов [71, 121]

Виды агроландшафта	Экологическое состояние	Мероприятия
Полевые	Удовлетворительное, слабой ЭН	Организационно-хозяйственные, агротехнические, лесомелиоративные
	Средней ЭН	Организационно-хозяйственные, агротехнические, лесомелиоративные, биологическая мелиорация, изменение режимов использования (ограничения в посеве сельскохозяйственных культур, их агротехники)
	Сильной ЭН	Изменение режима использования, организационно-хозяйственные, агротехнические, лесомелиоративные, биологическая мелиорация
	Критическое	Консервация с полным выводом
	Кризисное	Консервация
Лугово-пастбищные	Удовлетворительное, слабой ЭН	Организационно-хозяйственные, агротехнические
	Средней ЭН	Изменение режимов использования, организационно-хозяйственные, агротехнические, биологическая мелиорация
	Сильной ЭН	Изменение режимов использования, организационно-хозяйственные, агротехнические, трансформация, осушение, дренирование
	Критическое	Изменение режимов использования, биологическая, химическая мелиорация, рекультивация, консервация
	Кризисное	Консервация, биологическая, химическая мелиорация, рекультивация

На основе учета пригодности земель в агроландшафте под пашню или кормовые угодья, с учетом необходимости проведения специальных организационно-хозяйственных, агротехнических, мелиоративных мероприятий, из групп агроландшафтов возможно сформировать семь типов земель. Не все представленные в таблице 9 типы земель могут выделяться на разных территориях, их количество зависит от экологического состояния групп агроландшафта по пригодности к использованию.

Таблица 9 – Типы земель в агроландшафте

Номер типа земель	Название типа земель
I	Земли, пригодные под пашню
II	Земли, пригодные под пашню, требующие специальной агротехники
III	Земли, пригодные под пашню после улучшения
IV	Земли, пригодные под кормовые угодья
V	Земли, пригодные под кормовые угодья после улучшения
VI	Земли, пригодные под кормовые угодья после проведения сложных гидротехнических мелиораций
VII	Земли, непригодные под сельскохозяйственные угодья

Выделенные типы земель не только приурочены к определенным категориям рельефа, но и характеризуются близкой производительной способностью и экологическим состоянием. Типизация служит основой для дальнейшего ЭХЗ территории. В данной работе предлагается методика ЭХЗ на основе слияния подходов агроландшафтного и эколого-хозяйственного зонирования.

Суть зонирования заключается в организации сельскохозяйственного природопользования на разных уровнях ландшафтной дифференциации территории с учетом как природно-экологических, так и социально-экономических факторов сельскохозяйственного природопользования. Следовательно, предложенное зонирование представляет собой процесс деления территории на однородные зоны по критериям оценки ландшафтно-экологического состояния агроландшафтов, выполняемым ими функциям и производительной способности.

Цель зонирования – совершенствование использования агроландшафтов. Задачей предложенного зонирования является выделение однородных в экологическом и экономическом отношении зон для решения вопросов правильного хозяйственного использования земли в сельском хозяйстве. Принципы ЭХЗ земель в агроландшафтах:

– репрезентативности (представительности) используемых данных;

– единства и сопоставимости обработки исходных данных;

– обеспечения достоверности и доступности результатов ЭХЗ.

Территории для проведения ЭХЗ – муниципальные районы.

В предложенной методике ЭХЗ в основу правил дифференциации земель положены следующие факторы:

– проявление физико-географических процессов;

– производительная способность;

– пригодность агроландшафтов под пашню или кормовые угодья;

– необходимость проведения специальных организационно-хозяйственных, агротехнических, мелиоративных мероприятий.

При этом учитывались показатели, представленные в таблице 10.

Таблица 10 – Характеристика показателей, учитываемых при проведении ЭХЗ

Показатель	Источник	Что характеризует, где учитывается	На каком этапе учитывается
Границы геоморфологических районов	Технический отчет по почвенному обследованию	Мезоформы рельефа учитывались при выделении значимых ландшафтообразующих компонентов, при дифференциации структуры агроландшафта на подклассы	Классификация агроландшафта
Почва	Материалы почвенных обследований (почвенный очерк, почвенная карта)	Однородность почвы учитывалась при выделении видов агроландшафта	Классификация агроландшафта
Рельеф	Материалы почвенных обследований (почвенный очерк, почвенная карта)	Однородность рельефа учитывалась при выделении видов агроландшафта	Классификация агроландшафта
Растительность	Материалы почвенных обследований (почвенный очерк, почвенная карта)	Однородность растительности учитывалась при выделении видов агроландшафта	Классификация агроландшафта
Проявление негативных процессов	Материалы почвенных обследований (почвенный очерк, почвенная карта)	При определении экологического состояния видов агроландшафта учитывалась степень проявления негативных процессов (засоление, заболачивание, эрозия и дефляция); при формировании групп пригодности к использованию под пашню или кормовые угодья	Оценка видов агроландшафта; группировка видов агроландшафта по пригодности к использованию под пашню или кормовые угодья
Урожайность	Годовые отчеты отрасли растениеводства с портала правительства омской области «омская губерния»	Учитывалась при формировании групп пригодности к использованию под пашню или кормовые угодья	Оценка видов агроландшафта; группировка видов агроландшафта по пригодности к использованию под пашню или кормовые угодья
Балл бонитета	Управление росреестра по омской области	Учитывалась при формировании групп пригодности к использованию под пашню или кормовые угодья	Оценка видов агроландшафта; группировка видов агроландшафта по пригодности к использованию под пашню или кормовые угодья

В качестве ведущих факторов при выделении зон были приняты типы агроландшафта, которые, в свою очередь, включили в себя группы агроландшафта, схожие по агропотенциалу, проявлению негативных процессов и экологическому состоянию, их пригодности к хозяйственному использованию. Зоны включают в себя типы агроландшафта, схожие в экологическом отношении. Характеристика эколого-хозяйственных зон представлена в таблице 11.

Таблица 11 – Характеристика эколого-хозяйственных зон

Номер зоны	Номер типа земель	Характеристика зоны
I	I	Включает пахотные массивы без проявления или с проявлением в слабой и средней степени дефляции, засоления, заболачивания, расположенные на равнинах, понижениях и пологих склонах
II	II	Включает пахотные массивы слабо, среднезаболоченные, среднезасоленные на понижениях
III	III	Включает пахотные массивы среднезаболоченные, сильнозасоленные, слабодефлированные на равнинах
IV	IV	Включает кормовые угодья без проявления или с проявлением в слабой и средней степени дефляции, заболачивания, засоления, расположенные на равнинах, понижениях и западинах
V	V, VI	Включает кормовые угодья с проявлением в средней и сильной степени заболачивания, засоления, расположенные на равнинах, понижениях и на сильно пониженных участках
VI	VII	Включает пахотные массивы и кормовые угодья на пониженных участках и западинах при кризисном и критическом экологическом состоянии

В целях регламентации землепользования, в пределах выделенных эколого-хозяйственных зон, с учетом требований Земельного кодекса РФ, природоохранного законодательства, СНиПов и ГОСТов разработаны режимы использования земель [73]. По режиму использования земель определяется характер, направление хозяйственного использования земельных участков, способы выполнения природоохранных, средостабилизирующих функций, разработанных исходя из требований природоохранного законодательства. Режимы использования земель направлены на регламентацию хозяйственного использования входящих в эколого-хозяйственные зоны земель в соответствии с выполняемыми ими функциями и требованиями охраны природы, они позволяют осуществлять контроль за рациональным землепользованием.

Таким образом, в процессе ЭХЗ может быть выделено шесть эколого-хозяйственных зон. Ведущими факторами при выделении зон является однородность ландшафтно-экологических условий и их пригодность к хозяйственному использованию. В пределах эколого-хозяйственных зон устанавливается режим

использования, регламентирующий характер и направление использования земель в агроландшафте. Экономический эффект ЭХЗ проявится за счет снижения неоправданных затрат благодаря адаптивному размещению сельскохозяйственных культур, за счет рекомендаций по сохранению и восстановлению плодородия земель, выравниванию условий при перераспределении земель между товаропроизводителями.

ЭХЗ территорий муниципальных районов предлагается проводить по предложенной нами методике в автоматическом режиме с применением ГИС-программ, позволяющих создавать полномасштабный картографический материал (MapInfo Professional, ArcGIS и т. д.).

2.2 Апробация эколого-хозяйственного зонирования земель в агроландшафтах

Апробация методики формирования экологически устойчивого агроландшафта на основе эколого-хозяйственного зонирования проведена на территории Павлоградского муниципального района Омской области. Данный район выбран в связи с тем, что он расположен в четырех геоморфологических районах и является переходным между степной и лесостепной зонами.

Павлоградский муниципальный район Омской области, по Воскресенскому С. С. [21], расположен в четырех геоморфологических районах: неогеновой озерно-аллювиальной равнине, Прииртышской плоской равнине, Алаботинской долине и южном равнинно-степном (Ишимская степь) районе. Деление территории Павлоградского муниципального района на геоморфологические районы Воскресенским С. С. представлено на рисунке 11.

Так как территория Павлоградского муниципального района расположена в четырех геоморфологических районах, а в каждом районе имеются и полевые и лугово-пастбищные подклассы, то всего выделено 8 подклассов агроландшафта: четыре полевых и четыре лугово-пастбищных (таблица 12).

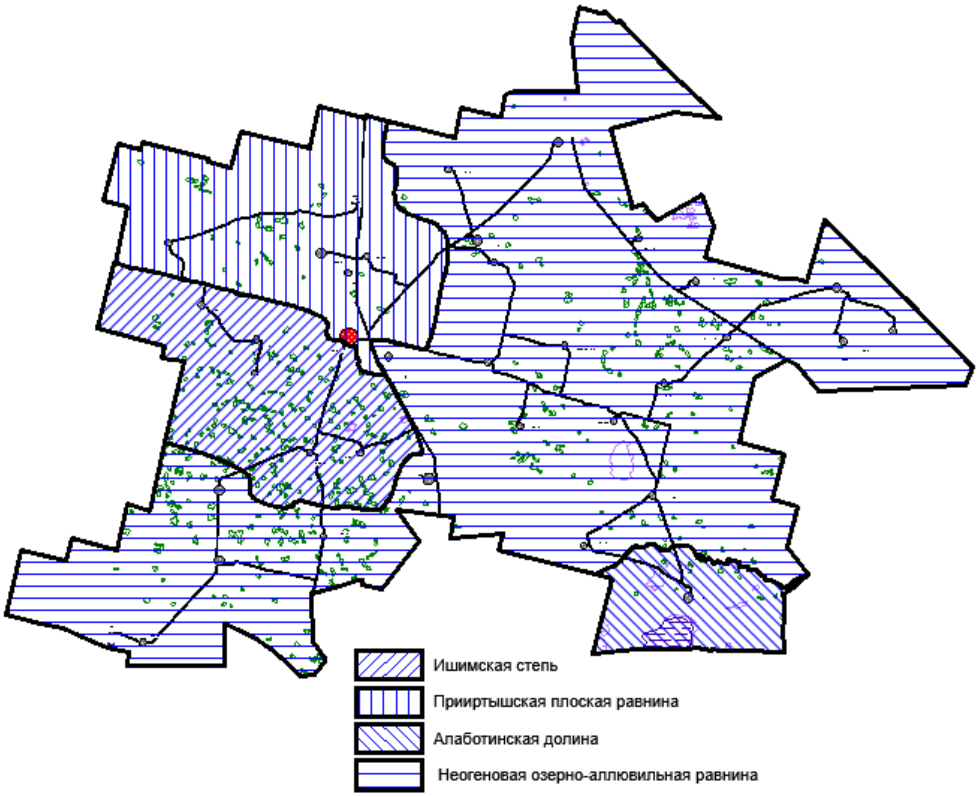


Рисунок 11 – Геоморфологическое деление территории Павлоградского муниципального района Омской области

Таблица 12 – Выделение подклассов агроландшафта Павлоградского муниципального района Омской области

Геоморфологический район	Подклассы	
	полевой	лугово-пастбищный
Неогенновая озерно-аллювиальная равнина	I-А – полевой на неогеновой озерно-аллювиальной равнине слабодренированный	I-Б – лугово-пастбищный на неогеновой озерно-аллювиальной равнине слабодренированный
Алаботинская долина	II-А – полевой долинный слабодренированный	II-Б – лугово-пастбищный долинный слабодренированный
Южный равнинно-степной (Ишимская степь) район	III-А – полевой равнинный слабодренированный	III-Б – лугово-пастбищный равнинный слабодренированный
Прииртышская плоская равнина	IV-А – полевой плоскоравнинный дренированный	IV-Б – лугово-пастбищный плоскоравнинный дренированный

Далее, с учетом приложения А, условий залегания, объединением близких по генезису почв выделены полевые и лугово-пастбищные виды агроландшафта, характеристика которых представлена в таблице 13.

Таблица 13 – Характеристика видов агроландшафта Павлоградского муниципального района Омской области

Под-класс	Вид	Почвы	Площадь, га
I-А	*Плоская равнина*		
	I-А-а полевой плоскоравнинный на черноземах	1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 11	35 034,29
	I-А-б полевой плоскоравнинный на черноземах в комплексе с солонцом и с чернозе-мом солончаковым	9, 10, 12	2 823,26
	Слабопониженная равнина		
	I-А-в полевой равнинный на солонцах и солонцах в комплексе с солодью	80, 83, 89, 91	1 080,0
	I-А-г полевой равнинный на лугово-черноземной солончаковой, солончаковатой, в комплексе с солонцом	52, 53, 55, 56, 58, 59, 60	45 542,07
	I-А-д полевой равнинный на лугово-черноземной и лугово-черноземной карбонатной	37, 46, 47, 48	2 892,51
	Пониженные участки		
	I-А-е полевой на понижениях на лугово-черноземных солонцеватых почвах	49, 51	246,95
	I-А-ж полевой на понижениях на лугово-черноземных солончаковатых почвах	62, 63, 65	2 069,2
	I-А-з полевой на понижениях на солонцах черноземно-луговом	88	24,8
	I-А-и полевой на понижениях на черноземно-луговых солончаковых почвах	71	465,09
	Пологие склоны		
	I-А-к полевой на пологих склонах на черноземах обыкновенных	6	467,51
	Западины		
	I-А-л полевой на западинах на солодях лугово-степных	94, 95, 96	30,07
	Слабоволнистая равнина		
	I-А-м полевой волнисто-равнинный на черноземах	27, 28, 29, 31, 32	42 831,7
	Слабопониженные участки равнины		
	I-А-н полевой волнисто-равнинный на черноземах солонцеватых	26	17
	I-А-о полевой волнисто-равнинный на черноземах карбонатных	13, 14, 15, 17, 19, 20, 22, 23, 24	8 505,4
II-А	*Слабоповышенные участки равнины*		
	II-А-а полевой волнисто-равнинный на черноземах карбонатных	19, 20	2 197,59
	Слабопониженная равнина		
	II-А-б полевой равнинный на лугово-черноземных почвах	37, 45, 44, 48	3 214,69
	II-А-в полевой равнинный на солонцах лугово-черноземных солончаковатых	82, 90	1 041,38
	Пониженные участки		
	II-А-г полевой на понижениях на солонцах черноземно-луговых солончаковатых и лугово-черноземных	88	452,78

Продолжение таблицы 13

Под-класс	Вид	Почвы	Площадь, га
	II-А-д полевой на понижениях на луговых и лугово-черноземных солончаковатых почвах	74, 61, 52, 55, 56	1 510,74
	Пологие склоны		
	II-А-е полевой на пологих склонах на лугово-черноземных солончаковатых почвах	36	131,55
	Слабопониженные участки равнины		
	II-А-ж полевой волнисто-равнинный на черноземах карбонатных	16	126,50
III-А	*Пониженные участки*		
	III-А-а полевой равнинный на луговых и черноземно-луговых почвах	66, 67	1 304,71
	III-А-б полевой на понижениях на лугово-черноземных солонцеватых почвах	50, 62, 64	1 755,26
	Слабопониженная равнина		
	III-А-в полевой равнинный на лугово-черноземных почвах	34, 35, 37, 38, 39, 43, 47	8 345,93
	III-А-г полевой волнисто-равнинный на лугово- черноземных солончаковатых почвах	52, 53, 54, 56	16 140,33
	III-А-д полевой равнинный на солонцах лугово-черноземных	80, 87	77,22
IV-А	*Слабопониженная равнина*		
	IV-А-а полевой равнинный на лугово-черноземных солончаковатых почвах	52, 53, 55, 56	14 932,44
	IV-А-б полевой равнинный на солонцах лугово-черноземных	87	174,56
	IV-А-в полевой равнинный на черноземно- луговых и черноземно-луговых карбонатных почвах	33, 37, 42, 46, 47, 48	19 055,37
	Пониженные участки		
	IV-А-г полевой на понижениях на черноземно-луговых карбонатных почвах	69, 70	319,72
	IV-А-д полевой на понижениях на солонцах лугово-черноземных и черноземно-луговых	88	157,2
I-Б	*Пониженные участки*		
	I-Б-а лугово-пастбищный на понижениях на солонцах лугово-черноземных и черноземно-луговых	77, 78, 84, 86	1 247,05
	I-Б-б лугово-пастбищный на понижениях на луговых солончаковатых и лугово-черноземных солонцеватых почвах	49, 75	321,49
	Сильнопониженные участки		
	I-Б-в лугово-пастбищный на понижениях на солончаках луговых	76	39,10
	Плоская равнина		
	I-Б-г лугово-пастбищный плоскоравнинный на черноземах	1, 2, 3, 4, 7, 10	1 586,35

Продолжение таблицы 13

Под-класс	Вид	Почвы	Площадь, га
	Слабопониженная равнина		
	I-Б-д лугово-пастбищный равнинный на солонцах лугово-черноземных и лугово-черноземных солончаковых	80, 81, 83, 87, 89, 91, 92, 93	2 263,14
	I-Б-е лугово-пастбищный равнинный на лугово-черноземных почвах	33, 37, 40	558,37
	I-Б-ж лугово-пастбищный равнинный на лугово-черноземных солончаковатых почвах	52, 55, 56, 57, 58	2149,83
	I-Б-з лугово-пастбищный равнинный на черноземах карбонатных	21, 23, 24, 30	683,41
	Слабопониженные участки равнины		
	I-Б-и лугово-пастбищный волнисто-равнинный на черноземах солонцеватых	25, 26	83,70
	Западины		
	I-Б-к лугово-пастбищный западинах на солодях лугово-степных	94, 95, 96	589,42
	Слабоволнистая равнина		
	I-Б-л лугово-пастбищный волнисто-равнинный на черноземах солончаковатых	27, 28	462,21
	Слабоповышенные участки равнины		
	I-Б-м лугово-пастбищный волнисто-равнинный на черноземах карбонатных	15, 17, 18, 19, 20	1 554,94
	Западины на пониженной равнине		
	I-Б-н лугово-пастбищный волнисто-равнинный на солодях луговых и лугово-болотных	97	176,61
II-Б	*Западины на пониженной равнине*		
	II-Б-а лугово-пастбищный волнисто-равнинный на солодях лугово-болотных	98	15,5
	Слабопониженная равнина		
	II-Б-б лугово-пастбищный равнинный на солонцах лугово-черноземных солончаковых	82, 87, 90	403,47
	II-Б-в лугово-пастбищный равнинный на лугово-черноземных карбонатных почвах	44, 45	327,68
	Западины		
	II-Б-г лугово-пастбищный на западинах на солодях лугово-степных	95	86,53
	Сильнопониженные участки		
	II-Б-д лугово-пастбищный на понижениях на солончаках луговых	76	437,73
	Пониженные участки		
	II-Б-е лугово-пастбищный на понижениях на солонцах, солонцах черноземно-луговых и лугово-черноземных солончаковых	79, 85, 88	547,8

Окончание таблицы 13

Под-класс	Вид	Почвы	Площадь, га
	Слабоповышенные участки равнины		
	II-Б-ж лугово-пастбищный волнисто-равнинный на черноземах карбонатных	19, 20	112,35
	Западины на пониженной равнине		
	II-Б-з лугово-пастбищный волнисто-равнинный на солодях луговых	97	56,19
III-Б	*Пониженные участки*		
	III-Б-а лугово-пастбищный на понижениях на луговых и черноземно-луговых почвах	66, 67, 72	951,41
	III-Б-б лугово-пастбищный на понижениях на лугово-черноземных солонцеватых почвах	50	171,96
	Слабопониженная равнина		
	III-Б-в лугово-пастбищный равнинный на лугово-черноземных почвах	33, 37, 38, 39	1 755,22
	III-Б-г лугово-пастбищный равнинный на лугово-черноземных солончаковатых почвах	53, 56	323,04
	III-Б-д лугово-пастбищный равнинный на солонцах лугово-черноземных	80, 87	16,5
IV-Б	*Пониженные участки*		
	IV-Б-а лугово-пастбищный на понижениях на луговых и черноземно-луговых почвах	68, 69, 70, 72, 73	488,82
	IV-Б-б лугово-пастбищный на понижениях на лугово-черноземных карбонатных почвах	41, 46	934,32
	Слабопониженная равнина		
	IV-Б-в лугово-пастбищный равнинный на лугово-черноземных солончаковатых почвах	52, 55, 53	794,37
	IV-Б-г лугово-пастбищный равнинный на лугово-черноземных почвах	33	9,41
	Западины		
	IV-Б-д лугово-пастбищный на западинах на солодях лугово-степных	94	34,08

В результате на исследуемой территории выделен 31 полевой и 31 лугово-пастбищный вид агроландшафта общей площадью 232 149,84 га. Данные представлены в таблице 14.

Таблица 14 – Характеристика видов агроландшафта Павлоградского муниципального района Омской области

Подкласс	Вид, шт.	Площадь, га
I-А полевой на неогеновой озерно-аллювиальной равнине слабодренированный	14	142 029,85
II-А полевой долинный слабодренированный	7	8 675,23
III-А полевой равнинный слабодренированный	5	27 623,45
IV-А полевой плоскоравнинный дренированный	5	34 639,29
Всего полевых агроландшафтов	31	212 967,84
I-Б лугово-пастбищный на неогеновой озерно-аллювиальной равнине слабодренированный	13	11 715,62
II-Б лугово-пастбищный долинный слабодренированный	8	1 987,25
III-Б лугово-пастбищный равнинный слабодренированный	5	3 218,13
IV-Б лугово-пастбищный плоскоравнинный дренированный	5	2 261
Всего лугово-пастбищных агроландшафтов	31	19 182
Итого по району	62	232 149,84

Большую часть территории Павлоградского муниципального района занимает неогеновая озерно-аллювиальная равнина, поэтому выделенные на ней подклассы агроландшафта включают в себя 14 полевых и 13 лугово-пастбищных видов общей площадью 153 745,47 га. Подклассы агроландшафта, выделенные на Алаботинской долине, занимают 10 662,48 га и включают в себя: полевой, состоящий из семи видов, и лугово-пастбищный, состоящий из восьми видов. Территория Ишимской степи включает в себя полевой и лугово-пастбищный подклассы агроландшафта, каждый из которых состоит из пяти видов общей площадью 30 841,58 га. Прииртышская плоская равнина состоит из подклассов, включающих в себя по пять видов агроландшафта, которые занимают площадь в 36 900,29 га.

Процесс классификации агроландшафта территории Павлоградского муниципального района Омской области представлен на рисунке 12.

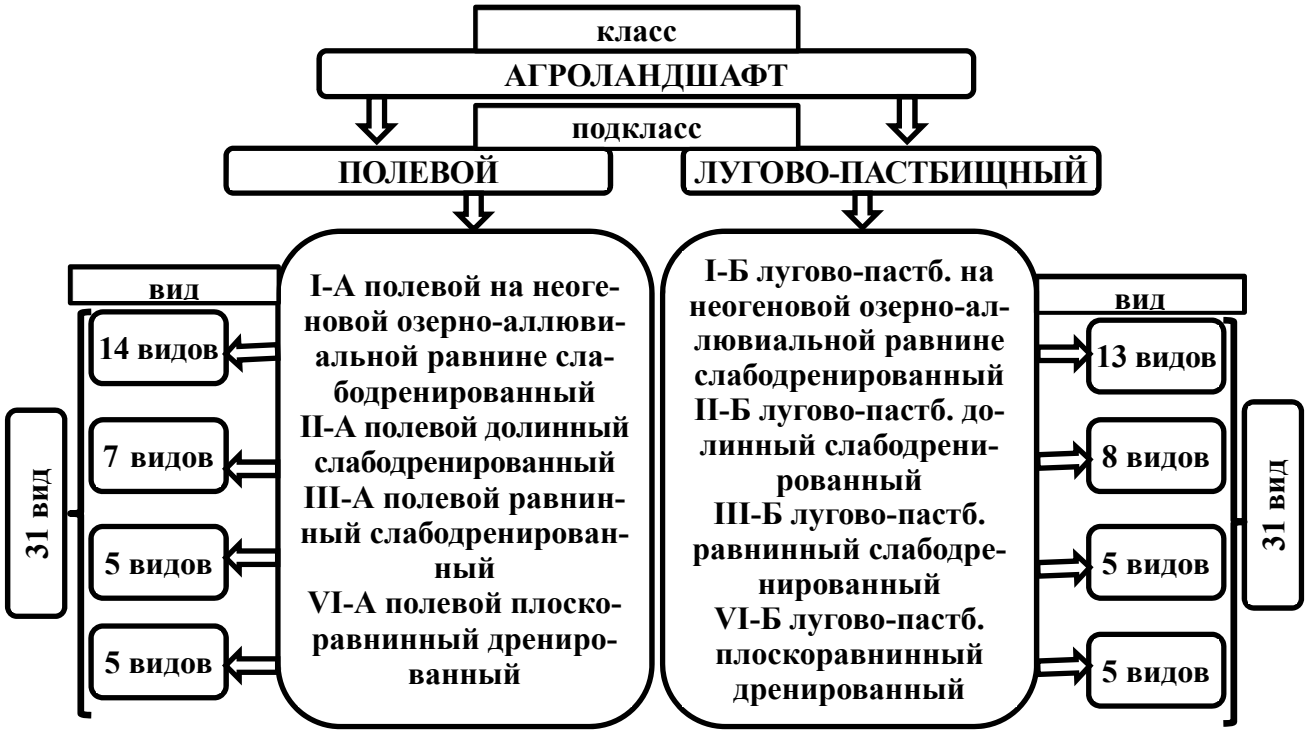


Рисунок 12 – Классификация агроландшафта территории Павлоградского муниципального района Омской области

Для определения экологического состояния агроландшафта Павлоградского муниципального района выделенные в процессе классификации виды агроландшафта оценены по степени проявления таких негативных процессов, как засоление, заболачивание, эрозия и дефляция. Характеристика основных компонентов подклассов и видов агроландшафта Павлоградского муниципального района представлена в приложении Б, обобщенная характеристика по степени проявления негативных процессов – в таблице 15.

Таблица 15 – Характеристика подклассов агроландшафта Павлоградского муниципального района Омской области

Подкласс	Количество видов	Проявление негативных процессов			
		заболачивание	засоление	эрозия	дефляция
I-А	14	Среднее	Сильное	Слабое	Среднее
II-А	7	Среднее	Сильное	Слабое	Слабое
III-А	5	Среднее	Сильное	Нет	Среднее
IV-А	5	Слабое	Сильное	Нет	Среднее
I-Б	13	Сильное	Сильное	Нет	Слабое
II-Б	8	Сильное	Сильное	Нет	Нет
III-Б	5	Среднее	Сильное	Нет	Слабое
IV-Б	5	Среднее	Среднее	Нет	Слабое

Экологическое состояние видов агроландшафта исследуемой территории определено по методике, разработанной на кафедре землеустройства ФГБОУ ВО Омского ГАУ по материалам почвенных обследований. Данные представлены в приложении В.

Результаты оценки показали, что на территории обследуемого района 10 видов агроландшафта общей площадью 9 628,4 га находятся в удовлетворительном состоянии, 33 – в слабой ЭН (151 026,5 га), 17 – в средней ЭН (71 018,1 га), 2 – в сильной ЭН (476,83 га), таблица 16.

Таблица 16 – Экологическое состояние видов агроландшафта Павлоградского муниципального района

Экологическое состояние	Количество видов агроландшафта, шт.	Площадь	
		га	%
Удовлетворительное	10	9 628,4	4,1
Слабой ЭН	33	151 026,5	65,1
Средней ЭН	17	71 018,1	30,6
Сильной ЭН	2	476,83	0,2

Анализируя полученные данные, можно сделать вывод что, сильная ЭН наблюдается у лугово-пастбищных видов агроландшафта на солончаках луговых, расположенных на сильно пониженных участках рельефа с проявлением в сильной степени процессов засоления, заболачивания. Средняя ЭН наблюдается у видов агроландшафта, расположенных на солонцах, солодях лугово-болотных, солончаковатых и солонцеватых почвах, так как процесс засоления проявляется в сильной степени, на равнине добавляется дефляция, по понижениям и западинам – заболачивание. Виды агроландшафта со слабой степенью проявления негативных процессов находятся в слабой ЭН, а без проявления негативных процессов – в удовлетворительной ЭН.

На рисунке 13 представлена диаграмма распределения видов агроландшафта Павлоградского муниципального района по экологическому состоянию.

Рисунок 13 – Распределение видов агроландшафта Павлоградского муниципального района по экологическому состоянию

Оценка экологического состояния пашни показала, что в целом она находится в удовлетворительном экологическом состоянии: 66 % занимают виды агроландшафта слабой ЭН, 31 % – средней ЭН и 3 % – в удовлетворительном состоянии. По сравнению с пашней большая часть кормовых угодий находится в лучшем экологическом состоянии, но наряду с увеличением площадей, находящихся в удовлетворительном состоянии (19 %), процент кормовых угодий слабой ЭН уменьшился (53 %), появились виды агроландшафта сильной ЭН (2 %) и увеличился процент агроландшафтов, находящихся в средней ЭН (26 %). Данные экологического состояния видов агроландшафта в разрезе пашни и кормовых угодий представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Экологическое состояние пашни и кормовых угодий

Экологическое состояние	Пашня		Кормовые угодья	
	га	%	га	%
Удовлетворительное	6 006,29	3	3 622,11	19
Слабой ЭН	140 935,01	66	1 0091,5	53
Средней ЭН	66 026,54	31	4 991,56	26
Сильной ЭН	-	-	476,83	2

Данные анализа позволили выявить, что в общем сельскохозяйственные угодья Павлоградского муниципального района находятся в слабой ЭН (рисунок 14).

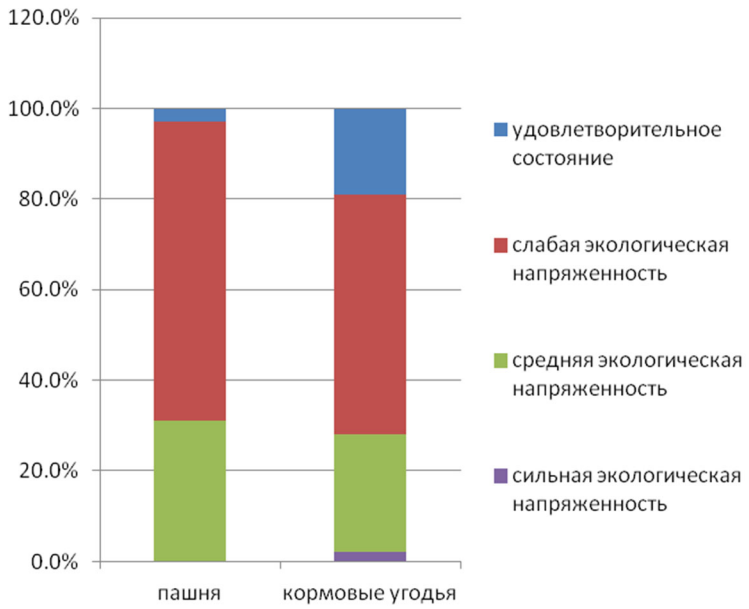


Рисунок 14 – Распределение угодий Павлоградского муниципального района по экологическому состоянию

В приложениях Г и Д приведены экономические показатели видов агроландшафтов. Балл бонитета почв предоставлен Управлением Росреестра по Омской области, урожайность рассчитывалась как средневзвешенная через среднюю годовую и балл бонитета. Урожайность для полевых видов агроландшафта дана как выход продукции с 1 гектара в центнерах (ц/га), для кормовых видов агроландшафта – как выход кормовых единиц с 1 га в центнерах (ц.корм.ед/га).

В результате проведенной оценки экологического состояния видов агроландшафта 62 полевых и лугово-пастбищных вида объединены в 20 групп пригодности к использованию под пашню или кормовые угодья. При этом в одну группу могут входить и полевые, и кормовые виды агроландшафта. Это объясняется тем, что 11 лугово-пастбищных видов общей площадью 9 242,86 га характеризуются высоким баллом бонитета и продуктивностью и могут быть рекомендованы для трансформации в пашню, а 10 полевых видов, занимающих площадь 22 413,1 га по причине невысоких балла бонитета и урожайности рекомендуется трансформировать в лугово-пастбищные виды агроландшафта. Характеристика групп агроландшафта представлена в таблице 18.

Таблица 18 – Группы агроландшафта по пригодности к использованию под пашню или кормовые угодья

Виды агроландшафта	Площадь, га	Балл бонитета	Урожайность, ц/га	Пригодность, ц.корм.ед./га	Заболачивание	Засоление	Эрозия	Дефляция	Экологическое состояние
Пригодные к использованию под пашню									
1 Полевые равнинные без проявления негативных процессов									
I-Б-м лугово-пастбищный волнисто-равнинный на черноземах карбонатных	1 554,94	73	-	5,6	-	-	-	-	удовлетворительное
II-Б-ж лугово-пастбищный волнисто-равнинный на черноземах карбонатных	112,35	78	-	5,9	-	-	-	-	удовлетворительное
2 Полевые равнинные слабо, среднедефлированные									
I-А-а полевой плоскоравнинный на черноземах	35 034,29	76	20,3	-	-	-	-	средн.	слабой ЭН
I-А-д полевой равнинный на лугово-черноземной и лугово-черноземной карбонатной	2 892,51	74	19,7	-	-	-	-	средн.	слабой ЭН
II-А-а полевой волнисто-равнинный на черноземах карбонатных	2 197,59	79	21,1	-	-	-	-	слаб.	удовлетворительное
II-А-б полевой равнинный на лугово-черноземных почвах	3 214,69	76	20,3	-	-	-	-	слаб.	удовлетворительное
II-А-ж полевой волнисто-равнинный на черноземах карбонатных	126,5	68	18,1	-	-	-	-	слаб.	удовлетворительное
3 Полевые равнинные слабо, среднезасоленные									
I-Б-з лугово-пастбищный равнинный на черноземах карбонатных	683,41	72	-	5,5	-	слаб.	-	-	удовлетворительное
III-Б-г лугово-пастбищный равнинный на лугово-черноземных солончаковатых почвах	323,04	71	-	5,4	-	средн.	-	-	слабой ЭН
I-Б-и лугово-пастбищный волнисто-равнинный на черноземах солонцеватых	83,7	69	-	5,3	-	средн.	-	-	слабой ЭН

Продолжение таблицы 18

Виды агроландшафта	Площадь, га	Балл бонитета	Урожайность, ц/га	Пригодность, ц.корм.ед./га	Заболачивание	Засоление	Эрозия	Дефляция	Экологическое состояние
4 Полевые равнинные слабо, среднезасоленные и слабо, среднедефлированные									
I-А-б полевой плоскоравнинный на черноземах в комплексе с солонцом и с черноземом солончаковым	2 823,26	71	18,9	-	-	средн.	-	слаб.	слабой ЭН
I-А-м полевой волнисто-равнинный на черноземах	42 831,7	72	19,2	-	-	средн.	-	слаб.	слабой ЭН
I-А-о полевой волнисто-равнинный на черноземах карбонатных	8 505,4	69	18,4	-	-	средн.	-	слаб.	слабой ЭН
IV-А-а полевой равнинный на лугово-черноземных солончаковатых почвах	14 932,44	71	18,9	-	-	средн.	-	слаб.	слабой ЭН
III-А-в полевой равнинный на лугово-черноземных почвах и в комплексе с солонцом лугово-черноземным	8 345,93	67	17,9	-	-	слаб.	-	средн.	слабой ЭН
I-А-н полевой волнисто-равнинный на черноземах солонцеватых	17	69	18,4	-	-	слаб.	-	слаб.	слабой ЭН
I-Б-г лугово-пастбищный плоскоравнинный на черноземах	1 586,32	78	-	5,9	-	слаб.	-	слаб.	слабой ЭН
I-Б-е лугово-пастбищный равнинный на лугово-черноземных почвах	558,37	72	-	5,5	-	слаб.	-	слаб.	слабой ЭН
IV-Б-в лугово-пастбищный равнинный на лугово-черноземных солончаковатых почвах	794,37	72	-	5,5	-	слаб.	-	слаб.	слабой ЭН
I-Б-л лугово-пастбищный волнисторавнинный на черноземах солончаковатых	462,21	71	-	5,4	-	слаб.	-	слаб.	слабой ЭН
I-Б-ж лугово-пастбищный равнинный на лугово-черноземных солончаковатых почвах	2 149,83	73	-	5,6	-	средн.	-	слаб.	слабой ЭН
5 Полевые равнинные среднезаболоченные и слабодефлированные									
III-А-а полевой равнинный на луговых и черноземно-луговых почвах	1 304,71	64	17,1	-	средн.	-	-	слаб.	слабой ЭН
6 Полевые равнинные средне, сильнозасоленные и слабо, среднедефлированные									
III-А-г полевой волнисто-равнинный на лугово-черноземных солончаковатых почвах	16 140,33	71	18,9	-	-	средн.	-	средн.	средней ЭН
I-А-г полевой равнинный на лугово-черноземной солончаковой, солончаковатой, в комплексе с солонцом	45 542,07	61	16,3	-	-	сильн.	-	слаб.	средней ЭН

Продолжение таблицы 18

Виды агроландшафта	Площадь, га	Балл	Урожайность, ц/га	Пригодность, ц.корм.ед./га	Заболачивание	Засоление	Эрозия	Дефляция	Экологическое состояние
7 Полевые на понижениях без проявления негативных процессов									
IV-Б-б лугово-пастбищный на понижениях на лугово-черноземных карбонатных почвах	934,32	73	-	5,6	-	-	-	-	удовлетвори-тельное
8 Полевые на понижениях слабозаболоченные, слабо, среднезасоленные и слабодефлированные									
I-А-и полевой на понижениях на черноземно-луговых солончаковых почвах	465,09	60	16,0	-	слаб.	средн.	-	-	слабой ЭН
I-А-е полевой на понижениях на лугово-черноземных солонцеватых почвах	246,95	65	17,3	-	-	слаб.	-	слаб.	слабой ЭН
I-А-ж полевой на понижениях на лугово-черноземных солончаковатых почвах	2 069,2	70	18,7	-	-	средн.	-	слаб.	слабой ЭН
III-А-б полевой на пониженных участках на лугово-черноземных солонцеватых почвах	1 755,26	63	16,8	-	-	слаб.	-	слаб.	слабой ЭН
9 Полевые на понижениях среднезаболоченные среднезасоленные									
II-А-д полевой на понижениях на луговых и лугово-черноземных солончаковатых почвах	1 510,74	62	16,5	-	средн.	средн.	-	-	средней ЭН
10 Полевые на пологих склонах слабоэродированные среднезасоленные									
II-А-е полевой на пологих склонах на лугово-черноземных солончаковатых почвах	131,55	74	19,7	-	-	средн.	слаб.	-	слабой ЭН
11 Полевые на пологих склонах слабоэродированные									
I-А-к полевой на пологих склонах на черноземах обыкновенных	467,51	84	22,4	-	-	-	слаб.	-	удовлетвори-тельное
Пригодные к использованию под кормовые угодья									
12 Лугово-пастбищные равнинные без проявления или со слабым проявлением негативных процессов									
IV-Б-г лугово-пастбищный равнинный на лугово-черноземных почвах	9,41	66	-	5,0	-	-	-	-	удовлетвори-тельное

Продолжение таблицы 18

Виды агроландшафта	Площадь, га	Балл бонитета	Урожайность, ц/га	Пригодность, ц.корм.ед./га	Заболачивание	Засоление	Эрозия	Дефляция	Экологическое состояние
II-Б-в лугово-пастбищный равнинный на лугово-черноземных карбонатных почвах	327,68	68	-	5,2	-	-	-	-	удовлетво-рительное
III-Б-в лугово-пастбищный равнинный на лугово-черноземных почвах	1 755,22	62	-	4,7	-	слаб.	-	слаб.	слабой ЭН
13 Лугово-пастбищные равнинные среднедефлированные									
IV-А-в полевой равнинный на черноземно-луговых и черно-земно- луговых карбонатных почвах	19 055,37	54	14,4	-	-	-	-	средн.	слабой ЭН
14 Лугово-пастбищные равнинные средне, сильнозасоленные слабодефлированные									
I-А-в полевой равнинный на солонцах и солонцах в комплексе с солодью	1 080	36	9,6	-	-	сильн.	-	слаб.	средней ЭН
III-А-д полевой равнинный на солонцах лугово-черноземных	77,22	46	12,3	-	-	сильн.	-	слаб.	средней ЭН
II-А-в полевой равнинный на солонцах лугово-черноземных	1 041,38	37	9,9	-	-	сильн.	-	слаб.	средней ЭН
I-Б-д лугово-пастбищный равнинный на солонцах лугово-черно-земных и лугово-черноземных солончаковых	2 263,14	36	-	2,7	-	сильн.	-	-	средней ЭН
III-Б-д лугово-пастбищный равнинный на солонцах лугово-чер-ноземных	16,5	34	-	2,6	-	сильн.	-	-	средней ЭН
15 Лугово-пастбищные равнинные среднезаболоченные, среднезасоленные и слабодефлированные									
IV-А-б полевой равнинный на солонцах лугово-черноземных	174,56	56	14,9	-	-	средн.	-	слаб.	слабой ЭН
IV-Б-а лугово-пастбищный на понижениях на луговых и черно-земно-луговых почвах	488,82	56	-	4,3	средн.	-	-	слаб.	слабой ЭН
II-Б-з лугово-пастбищный волнисто-равнинный на солодях луговых	56,19	33	-	2,5	-	средн.	-	-	слабой ЭН
III-Б-а лугово-пастбищный на понижениях на луговых и черно-земно-луговых почвах	951,41	65	-	5,0	слаб.	-	-	слаб.	слабой ЭН
16 Лугово-пастбищные равнинные средне, сильнозаболоченные средне, сильнозасоленные									
I-Б-б лугово-пастбищный на понижениях на луговых солончако-ватых и лугово-черноземных солонцеватых почвах	321,49	57	-	4,3	средн.	сильн.	-	-	средней ЭН

Окончание таблицы 18

Виды агроландшафта	Площадь, га	Балл бонитета	Урожайность, ц/га	Пригодность, ц.корм.ед./га	Заболачивание	Засоление	Эрозия	Дефляция	Экологическое состояние
I-Б-н лугово-пастбищный волнисто-равнинный на солодях луговых и лугово-болотных	176,61	30	-	2,3	сильн.	средн.	-	-	средней ЭН
II-Б-а лугово-пастбищный волнисто-равнинный на солодях лугово-болотных	15,5	33	-	2,5	сильн.	средн.	-	-	средней ЭН
II-Б-б лугово-пастбищный равнинный на солонцах лугово-черноземных солончаковых	403,47	38	-	2,9	-	сильн.	-	-	средней ЭН
17 Лугово-пастбищные на понижениях слабозаболоченные средне, сильнозасоленные									
I-А-з полевой на понижениях на солонцах черноземно-луговых	24,8	43	11,5	-	-	сильн.	-	-	средней ЭН
II-А-г полевой на понижениях на солонцах черноземно-луговых солончаковатых и лугово-черноземных	452,78	32	8,5	-	-	сильн.	-	-	средней ЭН
IV-А-д полевой на понижениях на солонцах лугово-черноземных и черноземно-луговых	157,2	35	9,3	-	слаб.	сильн.	-	-	средней ЭН
I-Б-а лугово-пастбищный на понижениях на солонцах лугово-черноземных и черноземно-луговых	1 247,05	28	-	2,1	слаб.	сильн.	-	-	средней ЭН
II-Б-е лугово-пастбищный на понижениях на солонцах, солонцах черноземно-луговых и лугово-черноземных солончаковых	547,8	29	-	2,2	слаб.	сильн.	-	-	средней ЭН
18 Лугово-пастбищные на понижениях слабозаболоченные слабо, среднезасоленные слабодефлированные									
IV-А-г полевой на понижениях на черноземно-луговых карбонатных почвах	319,72	57	15,2	-	слаб.	слаб.	-	слаб.	слабой ЭН
III-Б-б лугово-пастбищный на понижениях на лугово-черноземных солонцеватых почвах	171,96	63	-	4,8	-	средн.	-	-	слабой ЭН
19 Лугово-пастбищные на западинах слабо, среднезаболоченные среднезасоленные									
I-А-л полевой на западинах на солодях лугово-степных	30,07	34	9,1	-	слаб.	средн.	-	-	слабой ЭН
I-Б-к лугово-пастбищный на западинах на солодях лугово-степных	589,42	33	-	2,5	слаб.	средн.	-	-	слабой ЭН
II-Б-г лугово-пастбищный на западинах на солодях лугово-степных	86,53	33	-	2,5	-	средн.	-	-	слабой ЭН
IV-Б-д лугово-пастбищный на западинах на солодях лугово-степных	34,08	33	-	2,5	-	средн.	-	-	слабой ЭН
20 Лугово-пастбищные на сильно пониженных участках сильнозаболоченные сильнозасоленные									
I-Б-в лугово-пастбищный на сильно пониженных участках на солончаках луговых	39,10	35	-	2,7	сильн.	сильн.	-	-	сильной ЭН
II-Б-д лугово-пастбищный на сильно пониженных участках на солончаках луговых	437,73	35	-	2,7	сильн.	сильн.	-	-	сильной ЭН

Экологическое состояние групп агроландшафта позволяет определиться с дальнейшим направлением их использования и наметить мероприятия по стабилизации негативных процессов. Для каждой группы агроландшафта по пригодности к использованию, исходя из их экологического состояния, устанавливаются приемы регулирования их свойств, заключающиеся в проведении определенных мероприятий (таблица 19). Приемы регулирования свойств агроландшафтов, учитывая их экологическое состояние, разработаны Кочергиной З. Ф. и Хоречко И. В. [78, 129].

Таблица 19 – Приемы регулирования свойств агроландшафта Павлоградского муниципального района Омской области

Группа агроландшафта по пригодности к использованию	Экологическое состояние	Мероприятия
1 Полевые равнинные без проявления негативных процессов	Удовлетворительное	Организационно-хозяйственные, агротехнические, лесомелиоративные
2 Полевые равнинные слабо, среднедефлированные	Удовлетворительное, слабой ЭН	Организационно-хозяйственные, агротехнические, лесомелиоративные
3 Полевые равнинные слабо, среднезасоленные	Удовлетворительное, слабой ЭН	Организационно-хозяйственные, агротехнические, лесомелиоративные
4 Полевые равнинные слабо, среднезасоленные и слабо, среднедефлированные	Слабой ЭН	Организационно-хозяйственные, агротехнические, лесомелиоративные
5 Полевые равнинные среднезаболоченные и слабодефлированные	Слабой ЭН	Организационно-хозяйственные, агротехнические, лесомелиоративные
6 Полевые равнинные среднезаболоченные сильнозасоленные слабодефлированные	Средней ЭН	Организационно-хозяйственные, агротехнические, лесомелиоративные, биологическая мелиорация, изменение режимов использования (ограничения в посеве сельскохозяйственных культур, их агротехники)
7 Полевые на понижениях без проявления негативных процессов	Удовлетворительное	Организационно-хозяйственные, агротехнические, лесомелиоративные
8 Полевые на понижениях слабо, среднезасоленные и слабодефлированные	Слабой ЭН	Организационно-хозяйственные, агротехнические, лесомелиоративные

Окончание таблицы 19

Группа агроландшафта по пригодности к использованию	Экологическое состояние	Мероприятия
9 Полевые на понижениях слабо, среднезаболоченные среднезасоленные	Средней ЭН	Организационно-хозяйственные, агротехнические, лесомелиоративные, биологическая мелиорация, изменение режимов использования (ограничения в посеве сельскохозяйственных культур, их агротехники)
10 Полевые на пологих склонах слабоэродированные среднезасоленные	Слабой ЭН	Организационно-хозяйственные, агротехнические, лесомелиоративные
11 Полевые на пологих склонах слабоэродированные	Удовлетворительное	Организационно-хозяйственные, агротехнические, лесомелиоративные
12 Лугово-пастбищные равнинные без проявления или со слабым проявлением негативных процессов	Удовлетворительное, слабой ЭН	Организационно-хозяйственные, агротехнические
13 Лугово-пастбищные равнинные среднедефлированные	Слабой ЭН	Организационно-хозяйственные, агротехнические
14 Лугово-пастбищные равнинные средне, сильнозасоленные слабодефлированные	Средней ЭН	Изменение режимов использования, организационно-хозяйственные, агротехнические, биологическая мелиорация
15 Лугово-пастбищные равнинные среднезаболоченные и слабодефлированные	Слабой ЭН	Организационно-хозяйственные, агротехнические, биологическая мелиорация
16 Лугово-пастбищные равнинные средне, сильнозаболоченные средне, сильнозасоленные	Средней ЭН	Изменение режимов использования, организационно-хозяйственные, агротехнические, биологическая мелиорация
17 Лугово-пастбищные на понижениях слабозаболоченные средне, сильнозасоленные	Средней ЭН	Изменение режимов использования, организационно-хозяйственные, агротехнические, биологическая мелиорация
18 Лугово-пастбищные на понижениях слабозаболоченные слабозасоленные слабодефлированные	Слабой ЭН	Организационно-хозяйственные, агротехнические, биологическая мелиорация
19 Лугово-пастбищные на западинах слабо, среднезаболоченные среднезасоленные	Слабой ЭН	Организационно-хозяйственные, агротехнические, биологическая мелиорация
20 Лугово-пастбищные на сильно пониженных участках сильнозаболоченные сильнозасоленные	Сильной ЭН	Изменение режимов использования, организационно-хозяйственные, агротехнические, трансформация, осушение, дренирование

На исследуемой территории из 20 групп агроландшафта сформировано шесть типов земель, представленных в таблице 20. Седьмой тип не выделен, так как на исследуемой территории видов агроландшафтов с кризисным или критическим экологическим состоянием не выявлено. Подробная характеристика типов земель в агроландшафте Павлоградского муниципального района Омской области представлена в приложение Е.

Таблица 20 – Типизация земель в агроландшафте Павлоградского муниципального района Омской области

Типы земель	Группы агроландшафта
1 Земли, пригодные под пашню	1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 10, 11
2 Земли, пригодные под пашню, требующие специальной агротехники	9
3 Земли, пригодные под пашню после улучшения	6
4 Земли, пригодные под кормовые угодья	12, 13, 15, 18, 19
5 Земли, пригодные под кормовые угодья после улучшения	14, 16, 17
6 Земли, пригодные под кормовые угодья после проведения сложных гидротехнических мелиораций	20
7 Земли, непригодные под сельскохозяйственные угодья	-

Итогом проделанной работы является выделение на территории Павлоградского муниципального района из шести типов земель пяти эколого-хозяйственных зон, представленных в таблице 21.

Наибольшую площадь (60 %) занимает первая зона, благоприятная под пашню и возделывание всех групп сельскохозяйственных культур. Незначительную площадь (0,4 %) занимает вторая зона, благоприятная под пашню и возделывание всех групп сельскохозяйственных культур, но требующая специальной агротехники.

Процент земель, пригодных под пашню, составляет 86,6 % от общей площади сельскохозяйственных угодий исследуемой территории, а под кормовые угодья пригодно всего лишь 13,4 %. Диаграмма распределения эколого-хозяйственных зон по площади представлена на рисунке 15.

Таблица 21 – Характеристика эколого-хозяйственных зон Павлоградского муниципального района Омской области

Наименование зоны	Типы земель	Характеристика зоны	Площадь	
			га	%
I Благоприятная под пашню и возделывание всех групп сельскохозяйственных культур	I Земли, пригодные под пашню	Включает пахотные массивы без проявления или с проявлением в слабой и средней степени дефляции, засоления, заболачивания, расположенные на равнинах, понижениях и пологих склонах	136 604,43	59
II Благоприятная под пашню и возделывание всех групп сельскохозяйственных культур, но требующая специальной агротехники	II Земли, пригодные под пашню, требующие специальной агротехники	Включает пахотные массивы слабо, среднезаболоченные, среднезасоленные на понижениях	1 510,74	0,7
III Относительно благоприятная под пашню и возделывание основных групп сельскохозяйственных культур, таких как ячмень, овес, рожь, подсолнечник, житняк, пырей и т. д.	III Земли, пригодные под пашню после улучшения	Включает пахотные массивы среднезаболоченные сильнозасоленные слабодефлированные на равнинах	61 682,40	26,5
IV Благоприятная для сенокошения и выпаса скота	IV Земли, пригодные под кормовые угодья	Включает кормовые угодья без проявления или с проявлением в слабой и средней степени дефляции, заболачивания, засоления, расположенные на равнинах, понижениях и западинах	24 050,50	10,4
V Улучшения кормовых угодий	V Земли, пригодные под кормовые угодья после улучшения. VI Земли, пригодные под кормовые угодья после проведения сложных гидротехнических мелиораций	Включает кормовые угодья с проявлением в средней и сильной степени заболачивания, засоления расположенные на равнинах, понижениях и на сильно пониженных участках	8 301,77	3,4
Общая площадь			232 149,84	100

Рисунок 15 – Распределение эколого-хозяйственных зон Павлоградского муниципального района Омской области по площади (%)

В целях регламентации землепользования, в пределах выделенных на территории Павлоградского муниципального района эколого-хозяйственных зон разработаны режимы использования земель, представленные в таблице 22.

Таблица 22 – Режимы использования земель по эколого-хозяйственным зонам Павлоградского муниципального района Омской области

Зоны	Режимы использования		
	разрешается	запрещается	ограничивается
I Благоприятная под пашню и возделывание всех групп сельскохозяйственных культур	Регулируемое использование. Используется для возделывания всех групп сельскохозяйственных культур в системе севооборотов с обязательным проведением организационно-хозяйственных и землеустроительных мероприятий	-	Применение интенсивных технологий, химических удобрений
II Благоприятная под пашню и возделывание всех групп сельскохозяйственных культур, но требующая специальной агротехники	Регулируемое использование. Используется для возделывания всех групп сельскохозяйственных культур в системе севооборотов с обязательным применением специальной агротехники и проведением организационно-хозяйственных и землеустроительных мероприятий	-	Применение интенсивных технологий, химических удобрений

Окончание таблицы 22

Зоны	Режимы использования		
	разрешается	запрещается	ограничивается
III Относительно благоприятная под пашню и возделывание основных групп сельскохозяйственных культур, таких как ячмень, овес, рожь, подсолнечник, ежа сборная, горох, житняк, пырей и т. д.	Регулируемое использование. Используется для возделывания основных групп сельскохозяйственных культур (ячмень, овес, рожь, подсолнечник, ежа сборная, горох, житняк, пырей и т. д.) в системе севооборотов с обязательным проведением организационно-хозяйственных и землеустроительных мероприятий	-	Возделывание групп сельскохозяйственных культур
IV Благоприятная для сенокошения и выпаса скота	Регулируемое использование. Используется для пастьбы скота и сенокошения в системе сенокосооборотов и пастбищеоборотов, с обязательным проведением организационно-хозяйственных и землеустроительных мероприятий	-	Применение интенсивных технологий, химических удобрений, распашка
V Улучшения кормовых угодий	Строго регулируемое использование. Может использоваться только для регулируемого выпаса скота и сенокошения в строго установленные сроки	Размещение садово-огородных участков, применение химических средств защиты растений	Сенокошение, пастьба, распашка, применение органических удобрений

Таким образом, в процессе эколого-хозяйственного зонирования на территории Павлоградского муниципального района Омской области выделено пять эколого-хозяйственных зон. В пределах эколого-хозяйственных зон установлен режим использования, регламентирующий характер и направление использования земель в агроландшафте.

Технологическая схема проведения ЭХЗ территории Павлоградского муниципального района Омской области, разработанная в процессе исследований, представлена на рисунке 16.

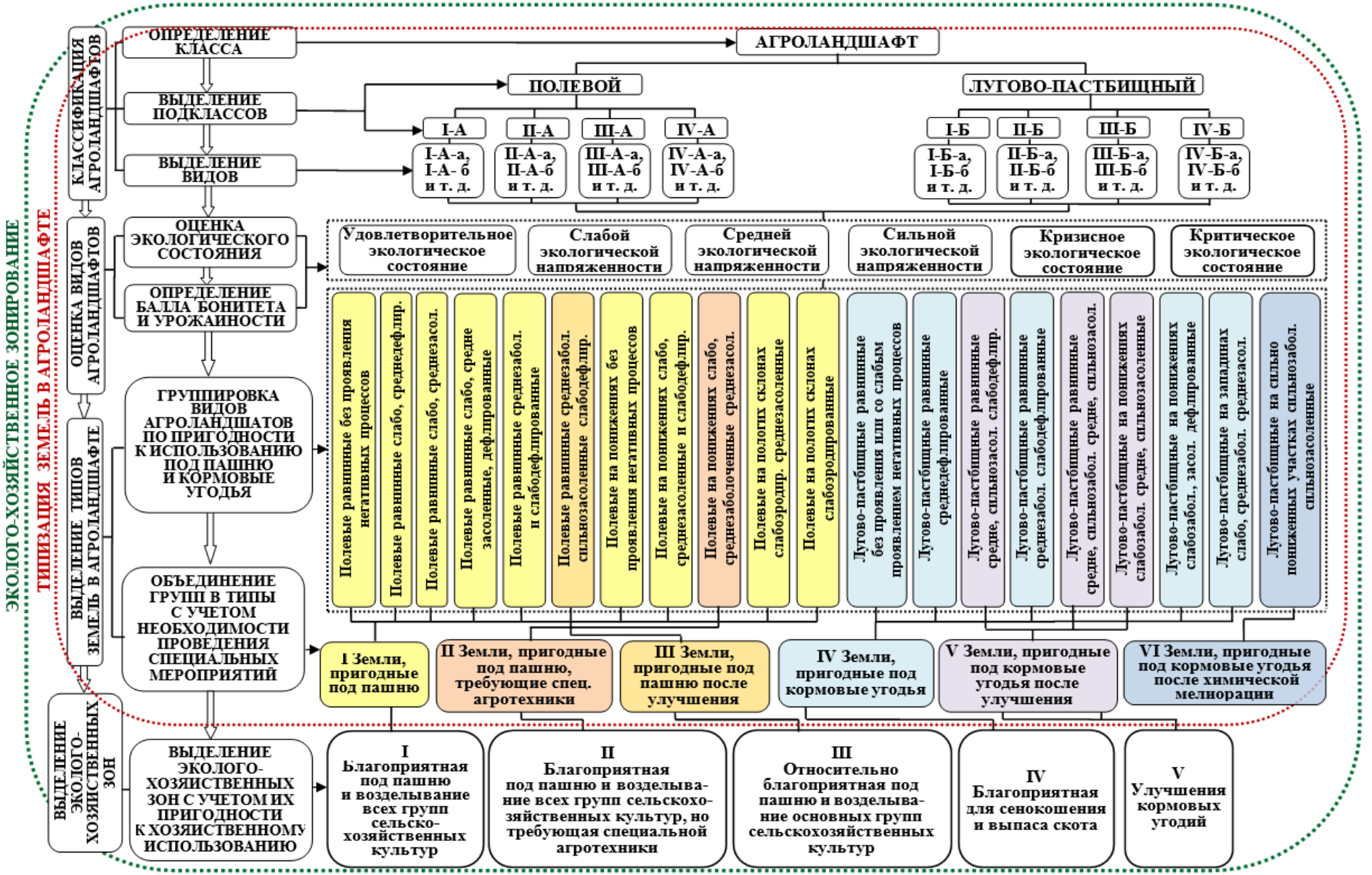


Рисунок 16 – Технологическая схема проведения ЭХЗ территории Павлоградского муниципального района Омской области

Изучаемая территория является зоной интенсивного сельскохозяйственного использования, так как 92 % площади занято полевыми видами агроландшафта. В связи с этим она нуждается в особом внимании со стороны администрации области. Лугово-пастбищные виды агроландшафта представлены небольшими участками, расположенными вокруг населенных пунктов. По проявлению негативных процессов они находятся в удовлетворительном состоянии, но биоценоз сильно обеднен, изрежен травостой, почвы чрезмерно переуплотнены. Кормовые угодья также подвергаются интенсивному использованию и при сложившейся ситуации могут раньше срока потерять свои производительные способности.

Для устойчивого развития исследуемой территории необходима разработка специальной программы с установлением оптимального соотношения угодий в агроландшафте, с перечнем специальных мероприятий по возобновлению экологического равновесия и способности агроландшафтов к самовосстановлению. Рекомендуется создание системы полезащитных лесных полос, которые способствуют повышению уровня грунтовых вод на прилегающих к ним участках полей, что важно для климатических условий данной территории и влечет за собой повышение урожайности. Также требуется проведение таких мероприятий, как трансформация малопродуктивной пашни в кормовые угодья и высокопродуктивных кормовых угодий в пашню, консервация опустыненных и улучшение нарушенных земель, совершенствование систем земледелия на ландшафтной основе.

ЭХЗ территории Павлоградского муниципального района Омской области проводилось с помощью программы MapInfo Professional. На основе полученных данных в указанной ГИС-программе разработаны карта видов агроландшафта ($КВ_{агр}$) и карта ЭХЗ. Применение ГИС-программы намного сократило время проведения работ по зонированию исследуемой территории.

2.3 Формирование экологически устойчивого агроландшафта с применением ГИС-программы MapInfo Professional

Для проведения ЭХЗ территории Павлоградского муниципального района Омской области использовалась программа MapInfo Professional. При выборе программы акцент был сделан в первую очередь на наличие в данной программе прямой связи между картографическим отображением и БД, в которой содержится нужная информация по всем объектам, изображенным на карте. Еще одним плюсом данной программы является возможность совершать пространственный анализ графических объектов и их атрибутивных данных. При создании карты видов агроландшафтов ($КВ_{агр}$) и карты ЭХЗ возможность манипулировать данными не просто облегчила работу, но и сократила затраченное время. К таким операциям относятся: объединения и разъединение объектов; вырезание объекта и разрезание полилинией; создание буферной зоны; отбор объектов и получение новых сведений с помощью геоинформационной обработки на основе имеющихся данных; формирование выборок и запросов; обновить атрибутивные данные (обновить колонку); провести статистику данных (статистика колонки). Именно эти преимущества по отношению ГИС MapInfo Professional к другим ГИС-программам предопределили наш выбор.

ГИС MapInfo является одной из относительно простых западных ГИС, которые начинали свою «родословную» с анализа территорий в объеме, необходимом для бизнеса, и относительно простых применений. ГИС MapInfo Professional удобна в работе и проста в освоении. Она позволяет создавать пространственные объекты путем ввода координат с клавиатуры, оцифровкой по растровому изображению, вводом информации с GPS-приемника и других геодезических приборов, а также импортом графических данных из других ГИС. Кроме того, MapInfo позволяет просматривать и обрабатывать графические изображения, составлять и редактировать карты, производить построение графиков и диаграмм, работать с БД, осуществлять поиск по запросу и многое другое. При этом MapInfo Professional имеет достаточно хорошо продуманный интерфейс, оптимизированный набор

функций для пользователя, удобную и понятную концепцию работы как с картографическими, так и с семантическими данными [91, 116].

Множество задач решается с помощью этой программы. MapInfo – мощный картографический редактор, реализующий метод послойной картографии. Отличительная особенность MapInfo – универсальность. Система дает возможность создавать интегрированные геоинформационные технологии Intergraph и MapInfo для DOS, Windows, Windows NT, UNIX, геоинформационные системы, цифровые картографические системы, программные и технические средства формирования и анализа геоинформационных БД.

Модули системы включают обработку данных геодезических измерений, векторизацию и архивацию карт, схем, чертежей, преобразований картографических проекций, совмещение пространственных данных. MapInfo позволяет получать информацию о местоположении по адресу или имени, находить пересечения улиц, границ, производить автоматическое и интерактивное геокодирование, проставлять на карте объекты из БД и т. д.

Пакет предоставляет пользователям современные средства визуализации, просмотра, запрашивания и анализа географически привязанных к местности данных. С его помощью занятые бизнесом люди могут управлять содержимым всей корпоративной базы данных организации, проводить анализ накопленных сведений в соответствии со своими потребностями и задачами, использовать картографические материалы и сопутствующую атрибутивную информацию.

Полнофункциональную ГИС MapInfo применяют не только при ведении землеустройства, но и при ведении государственного кадастра недвижимости, мониторинга земель, лесного и водного кадастра, в градостроительстве и архитектуре, телекоммуникациях, при добыче и транспортировке нефти и газа, при эксплуатации электрических сетей, в экологии и природопользовании, геологии и геофизике, в железнодорожном и автомобильном транспорте, в банковском деле, образовании, государственном управлении [39].

Создание карты ЭХЗ начинается с формирования цифровой модели местности (ЦММ). За основу ЦММ взята почвенная карта Павлоградского муниципального района Омской области, выполненная в ЗАПСИБГИПРОЗЕМЕ в 1981 г. на основе полевого обследования от 1977 г. в масштабе 1 : 100 000. Почвенная карта представлена в виде графической карты на бумажной основе. Для работы в программе Mapinfo она с помощью сканера была переведена в электронный вид. Результатом проделанной работы является изображение почвенной карты в виде растровой (поточечной) картинки, сохраненной в формате TIFF. Далее растровое изображение зарегистрировали. Для более точной привязки, исключающей искажение изображения, перед сканированием на основу с помощью линейки Дробышева нанесли реперную сетку (точки). Растровая подложка для формирования ЦММ Павлоградского муниципального района Омской области представлена на рисунке 17.

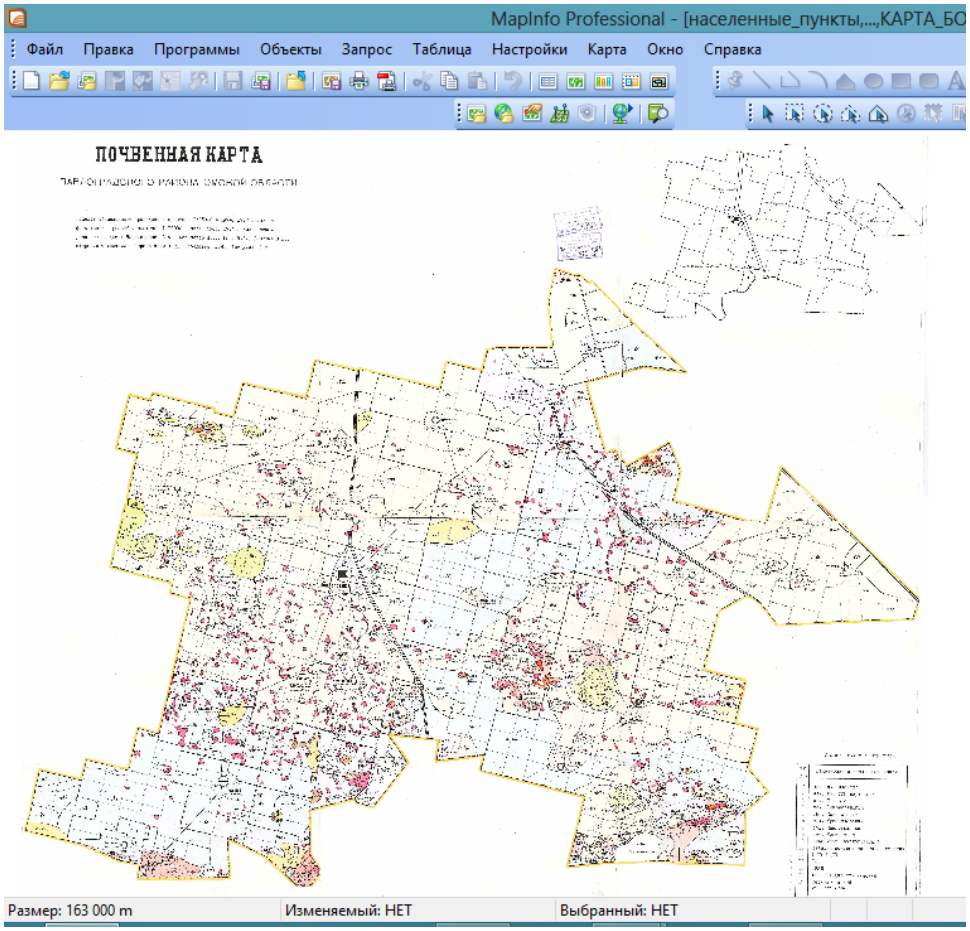


Рисунок 17 – Растровая подложка для формирования ЦММ Павлоградского муниципального района Омской области

Для дальнейшего перевода растровой формы карты в векторную форму созданы слои с заданной структурой. Слои в данной ГИС-программе можно представить как прозрачные пленки, лежащие друг на друге, которые могут совмещаться в различных сочетаниях. Совокупность слоев составляет карту.

Набор слоев, необходимых для формирования ЦММ Павлоградского муниципального района Омской области, представлен на рисунке 18.

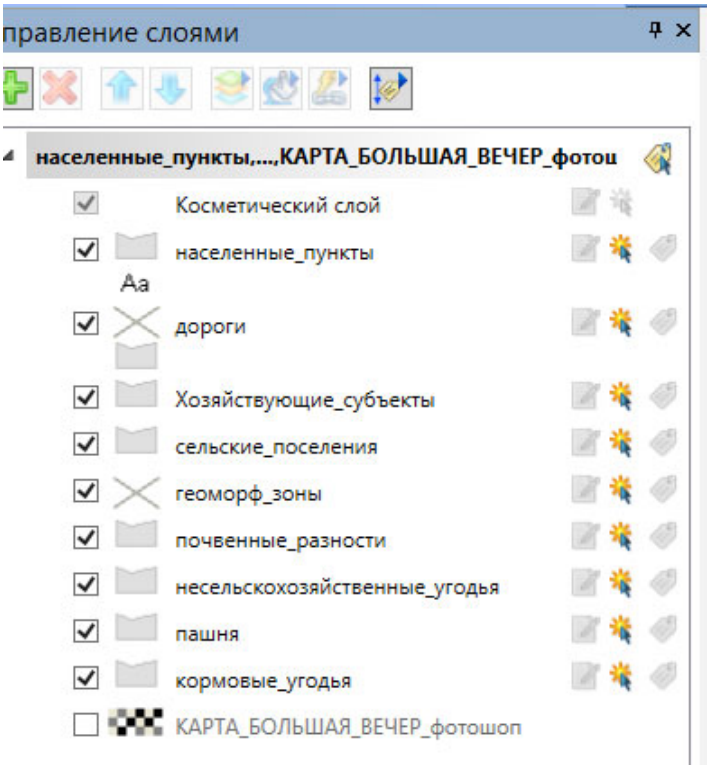


Рисунок 18 – Набор слоев, необходимых для формирования ЦММ Павлоградского муниципального района Омской области

Векторизацию в MapInfo проводили в ручном режиме. Для оцифровки графических объектов в слоях «Дороги» и «Геоморфологические районы» применяли инструмент «Полилиния», остальные слои оцифровывались с помощью площадного инструмента «Полигон». Для точного соединения контуров по узлам оцифровка проводилась с включенной функцией «Снэппинг» («УЗЛЫ»). Ускорило векторизацию объектов применение функции «Автортрассировка», которая дает возможность использовать уже отвекторизованные полилинии и полигоны.

В слой «Почвенные разности», с использованием растровой подложки, оцифрованы все почвенные контуры. Объекты, представленные одной почвенной разностью, объединялись. В результате по материалам полевого обследования от 1977 г. и сформированной на их основе ЗАПСИБГИПРОЗЕМОМ в 1981 г. почвенной карты на исследуемой территории выделено 99 почвенных разностей, каждой из которых присвоен индивидуальный номер.

Площадь контуров в слое «Почвенные разности» определена и внесена в список автоматически с помощью команды «Обновить колонку». Слой содержит необходимые для зонирования атрибутивные данные по каждой почве, которые можно просмотреть в списке и непосредственно на карте с помощью инструмента «Информация». На рисунке 19 представлено окно программы с графическими и семантическими данными слоя «Почвенные разности».

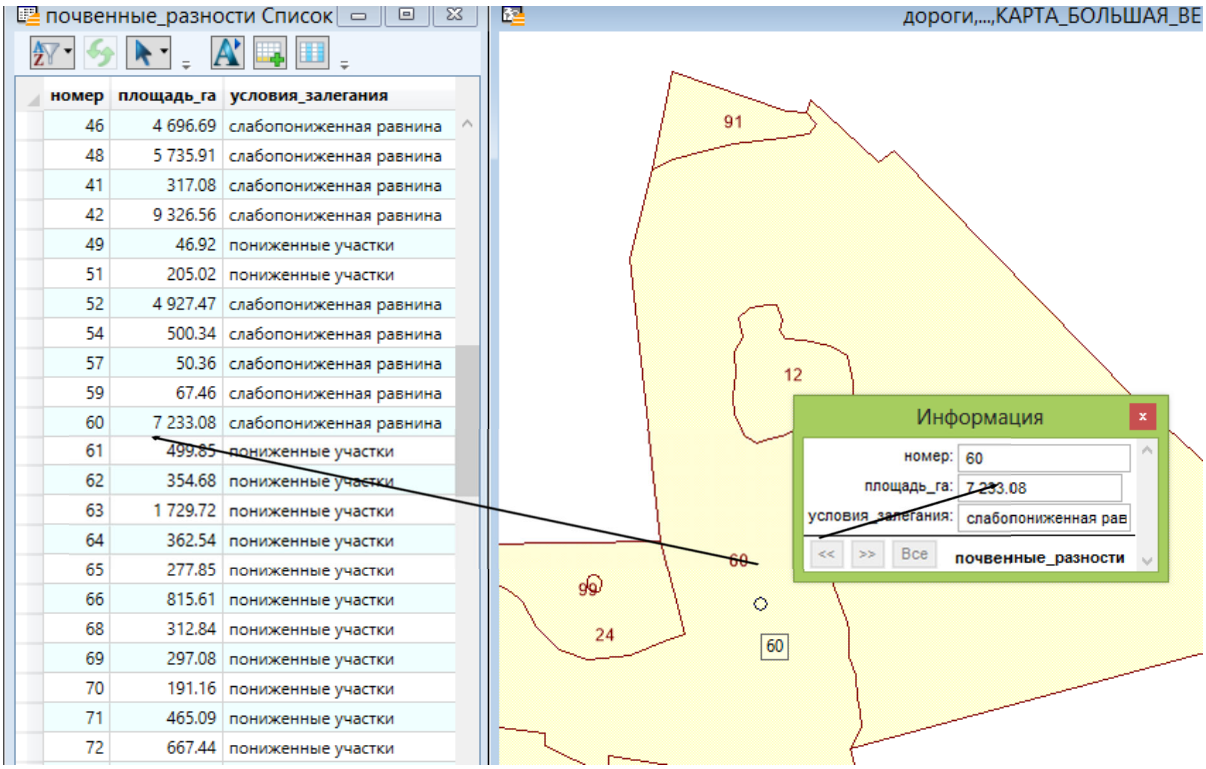


Рисунок 19 – Слой «Почвенные разности» ЦММ Павлоградского муниципального района Омской области

Атрибутивные данные в списки слоев «Дороги» и «Геоморфологические районы» вносились вручную, для остальных слоев – вручную и с помощью команды «Обновить колонку» (для определения площади контуров).

Из вышеперечисленных слоев сохранен рабочий набор «ЦММ Павлоградского муниципального района Омской области», рисунок 20.

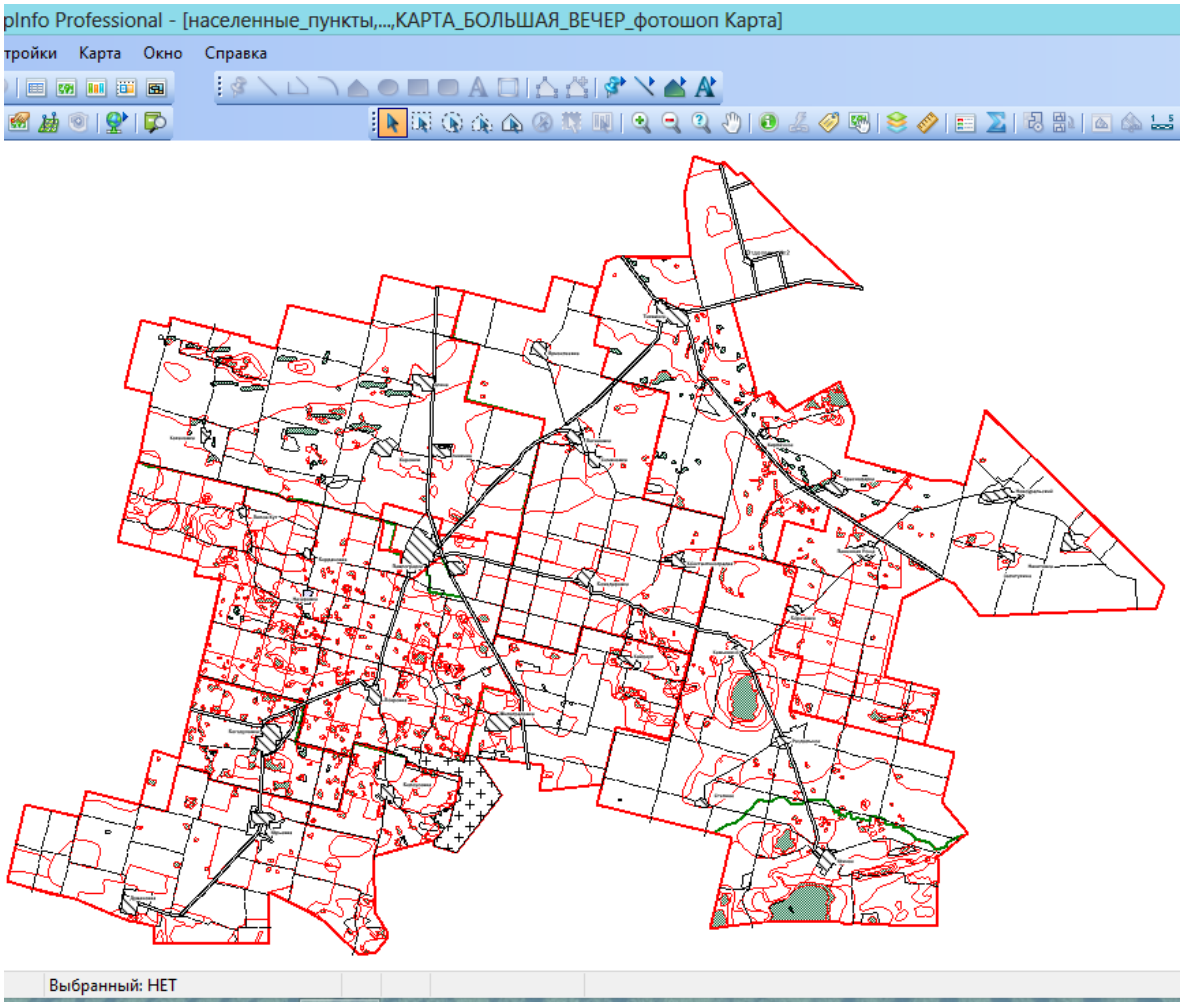


Рисунок 20 – Цифровая модель местности Павлоградского муниципального района Омской области

Для формирования $КВ_{агр}$ Павлоградского муниципального района Омской области и проведения типизации земель в агроландшафте к уже существующим слоям ЦММ созданы слои с заданной структурой, представленные на рисунке 21.

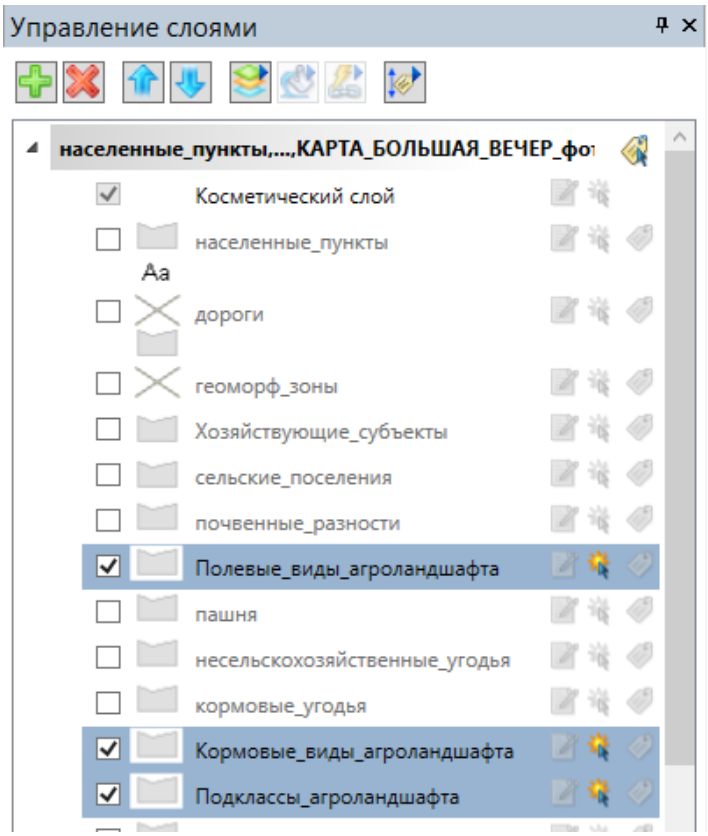


Рисунок 21 – Набор слоев, необходимых для формирования $КВ_{агр}$ Павлоградского муниципального района Омской области

С учетом информации, занесенной в слои «Пашня», «Кормовые угодья» и «Геоморфологические районы», в границе каждой из геоморфологических зон выделены полевые и лугово-пастбищные подклассы агроландшафта с сохранением в слой «Подклассы агроландшафта». Подклассы выделялись инструментом «Разрезать полилинией» путем поочередного деления массивов пашни и кормовых угодий границами геоморфологических районов. Площадь подклассов определена и внесена в список автоматически с помощью команды «Обновить колонку», названия подклассов внесены вручную.

На рисунке 22 показан слой «Подклассы агроландшафта» с открытым списком и картой, которая содержит подписи названий подклассов агроландшафта.

Виды агроландшафтов в границах подклассов формировались поочередно в слоях «Полевые виды агроландшафтов» и «Кормовые виды агроландшафтов». С опорой на информацию в слоях «Подклассы агроландшафта», «Почвенные раз-

ности» и «Геоморфологические районы» с помощью команд «Разрезать полилинией», «Удалить часть» в слоях с полевыми видами агроландшафтов оставили почвенные разности только под пашней, а в слоях с лугово-пастбищными видами агроландшафта оставили почвенные разности только под кормовыми угодьями. Все контуры пашни и кормовых угодий разрезали по границам почвенных разностей. Далее, с учетом условий залегания, объединением близких по генезису почв с помощью команды «Объединить» были выделены полевые и лугово-пастбищные виды агроландшафта.

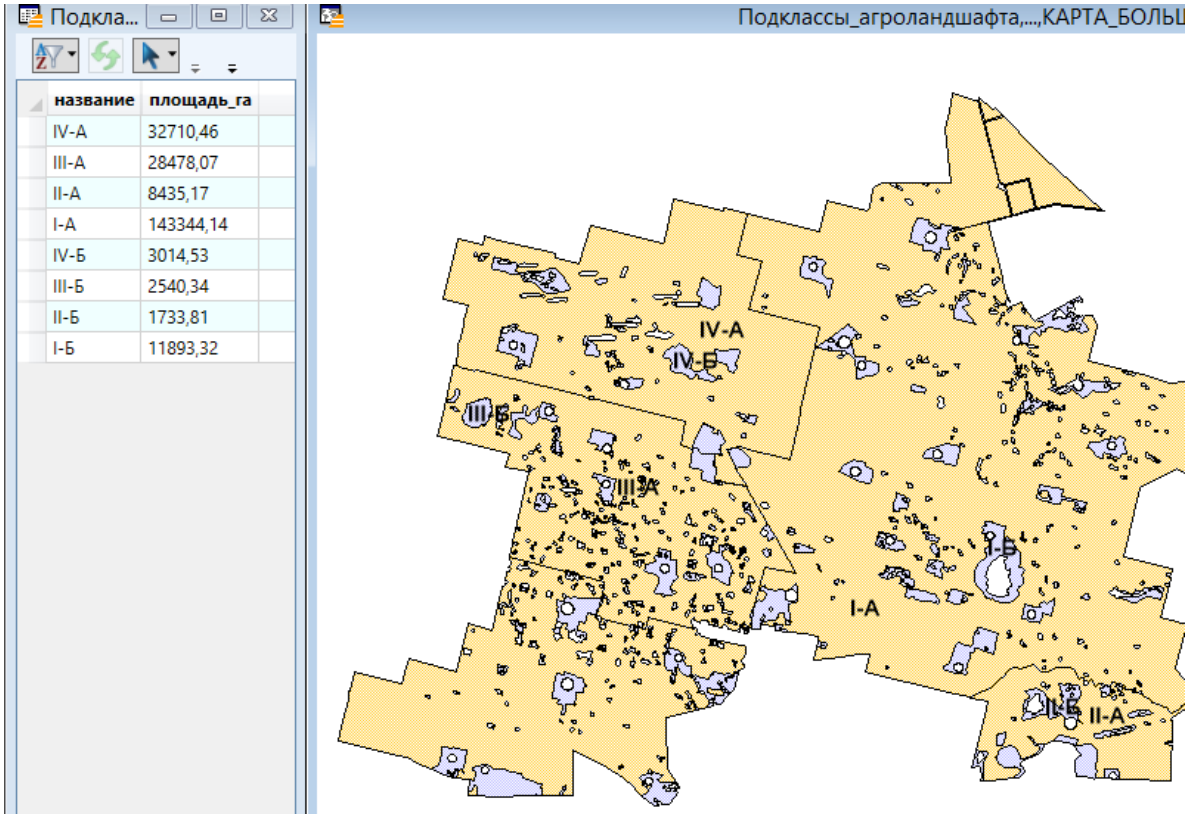


Рисунок 22 – Слой «Подклассы агроландшафта» $КВ_{агр}$ Павлоградского муниципального района Омской области

Полученные в результате проведения оценки видов агроландшафтов показатели внесены в соответствующие списки слоев. Заключительным этапом является окраска полученных видов агроландшафта. Полевые виды агроландшафта были окрашены в желтые тона, лугово-пастбищные виды агроландшафта – в синие тона.

Из слоев «Кормовые виды агроландшафта» и «Кормовые виды агроландшафта» создан рабочий набор «Карта видов агроландшафта Павлоградского муниципального района Омской области». Результат работы – КВ$_{агр}$ Павлоградского муниципального района Омской области – представлен на рисунке 23.

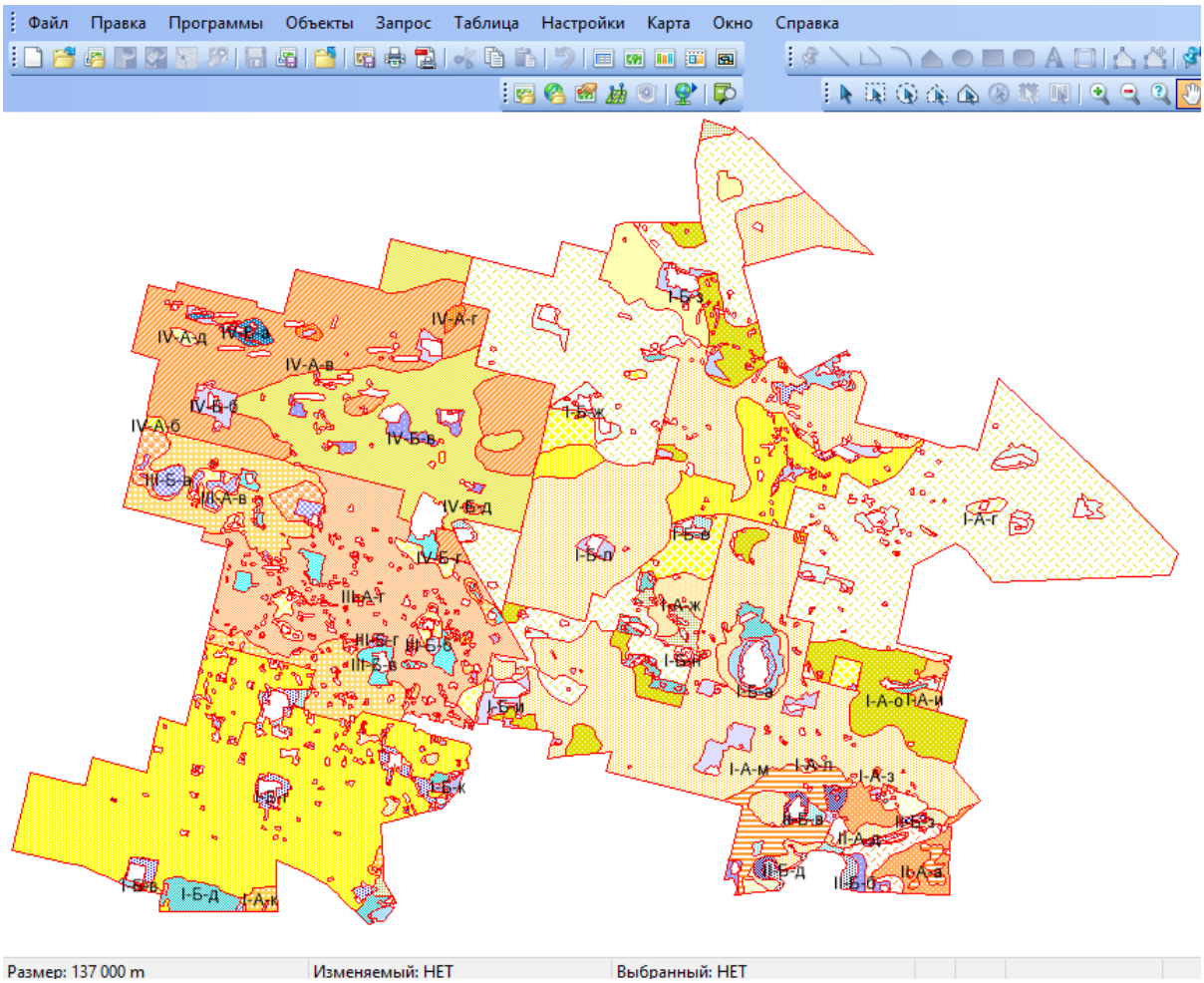


Рисунок 23 – Карта видов агроландшафтов Павлоградского муниципального района Омской области

Рабочие наборы КВ$_{агр}$ и карты ЭХЗ имеют общие слои, изменения в которых приведут к изменениям в обоих рабочих наборах, так как вся информация в программе MapInfo Professional находится в динамике, т. е. в зависимости друг от друга. Поэтому общие слои должны быть фундаментом (основой), а для новой информации необходимо создавать новые слои.

Для формирования карты ЭХЗ Павлоградского муниципального района Омской области созданы слои с заданной структурой, представленные на рисунке 24.

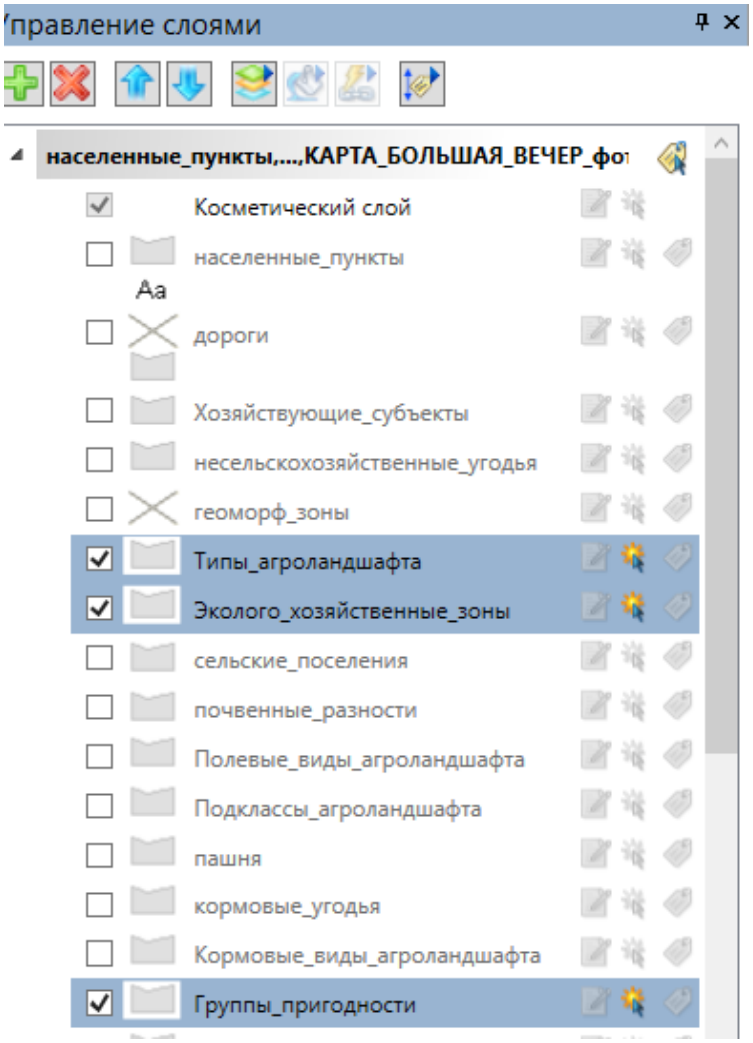


Рисунок 24 – Набор слоев, необходимых для формирования карты ЭХЗ Павлоградского муниципального района Омской области

Слой «Эколого-хозяйственные зоны» является конечным результатом всей проделанной работы. Слои «Группы пригодности» и «Типы агроландшафта» рабочие, но они несут важную информацию, поэтому включены в структуру карты ЭХЗ. В результате атрибутивная БД пополняется информацией.

Для облегчения группировки видов агроландшафта по пригодности к использованию под пашню или кормовые угодья в слоях «Кормовые виды агроландшафта» и «Кормовые виды агроландшафта» была произведена выборка по баллу

бонитета. Копированием необходимых объектов из данных слоев в слой «Группы пригодности» сформировано 20 групп. На рисунке 25 показан слой «Группы пригодности» с открытым списком и картой, на которой включены подписи номера группы агроландшафта.

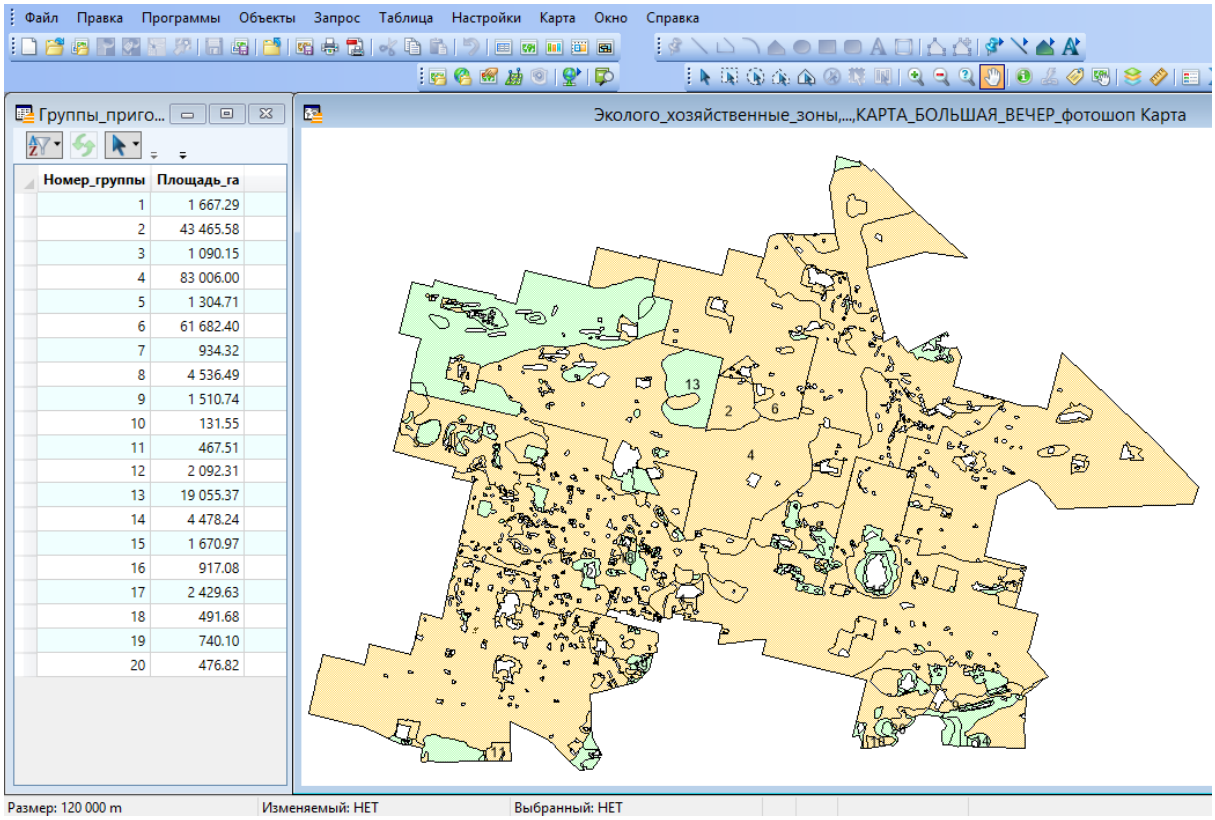


Рисунок 25 – Слой «Группы пригодности» карты ЭХЗ территории Павлоградского муниципального района Омской области

В программе MapInfo из слоя «Группы пригодности» скопированы необходимые элементы, из которых в слое «Типы агроландшафта» сформировано шесть типов земель в агроландшафте.

На рисунке 26 показан слой «Типы агроландшафта» с открытым списком и картой.

В программе MapInfo из шести типов земель в агроландшафте в слое «Эколого-хозяйственные зоны» сформировано пять зон с занесением атрибутивной ин-

формации в список слоя «Эколого-хозяйственные зоны», представленного на рисунке 27.

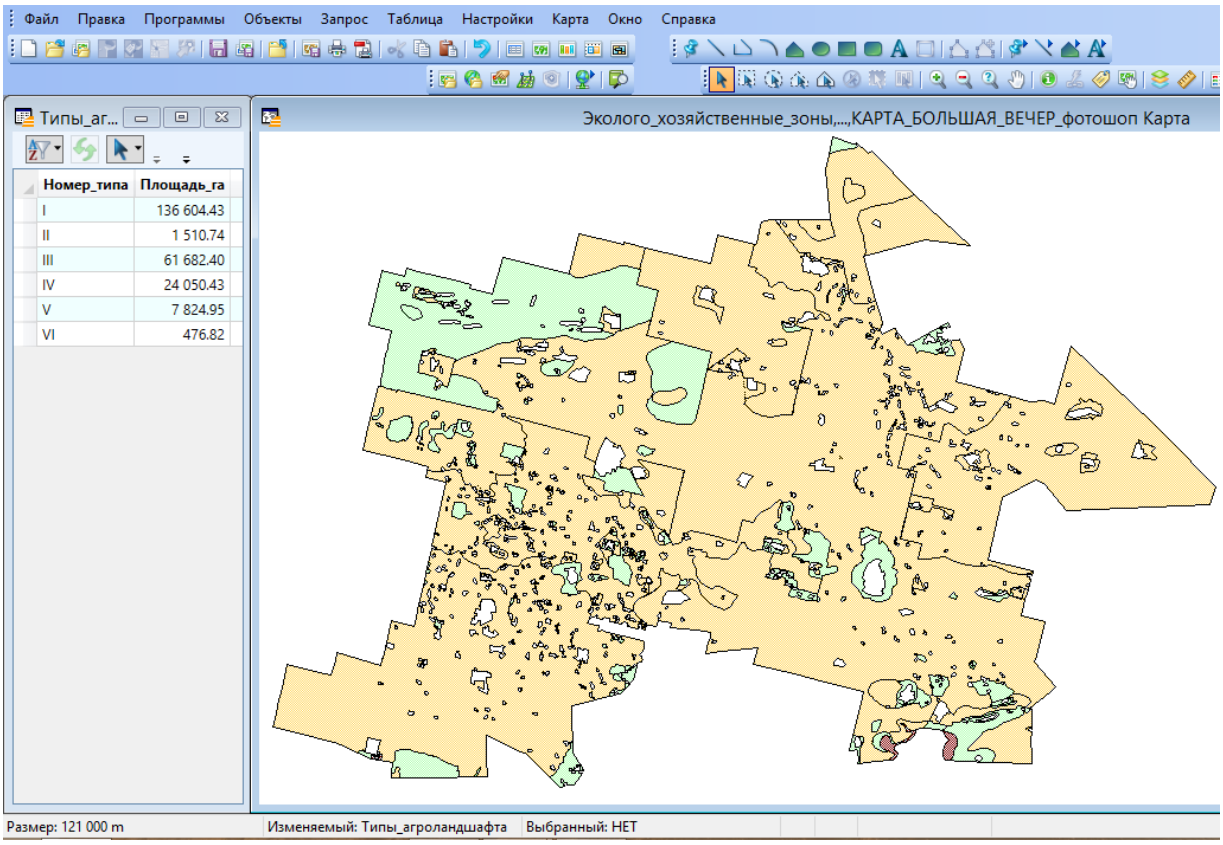
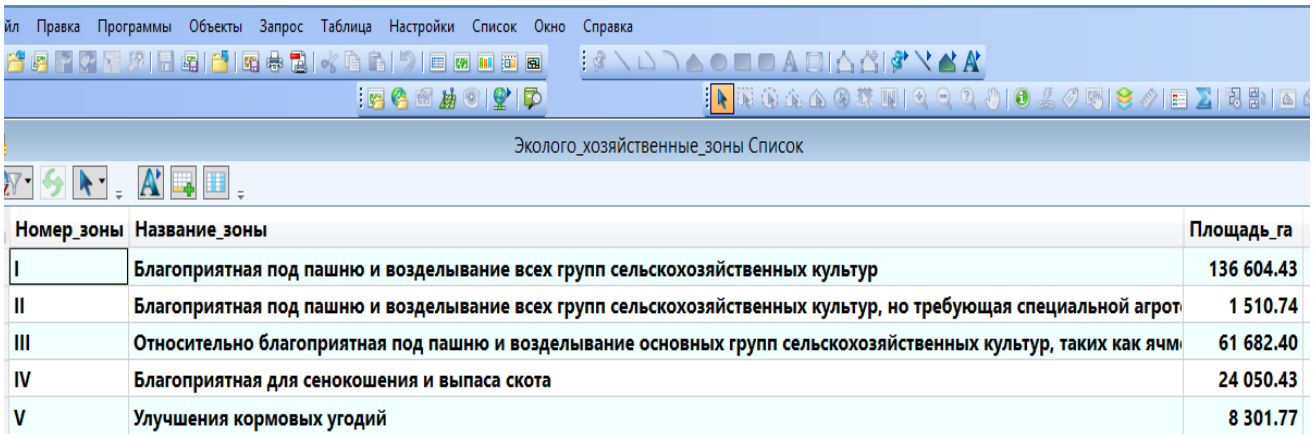


Рисунок 26 – Слой «Типы агроландшафта» карты ЭХЗ территории Павлоградского муниципального района Омской области



Номер_зоны	Название_зоны	Площадь_га
I	Благоприятная под пашню и возделывание всех групп сельскохозяйственных культур	136 604.43
II	Благоприятная под пашню и возделывание всех групп сельскохозяйственных культур, но требующая специальной агрот	1 510.74
III	Относительно благоприятная под пашню и возделывание основных групп сельскохозяйственных культур, таких как ячм	61 682.40
IV	Благоприятная для сенокошения и выпаса скота	24 050.43
V	Улучшения кормовых угодий	8 301.77

Рисунок 27 – Список слоя «Эколого-хозяйственные зоны» карты ЭХЗ территории Павлоградского муниципального района Омской области

Эколого-хозяйственные зоны для лучшего визуального восприятия показаны штриховкой. Слой «Эколого-хозяйственные зоны» карты ЭХЗ территории Павлоградского муниципального района Омской области представлен на рисунке 28.

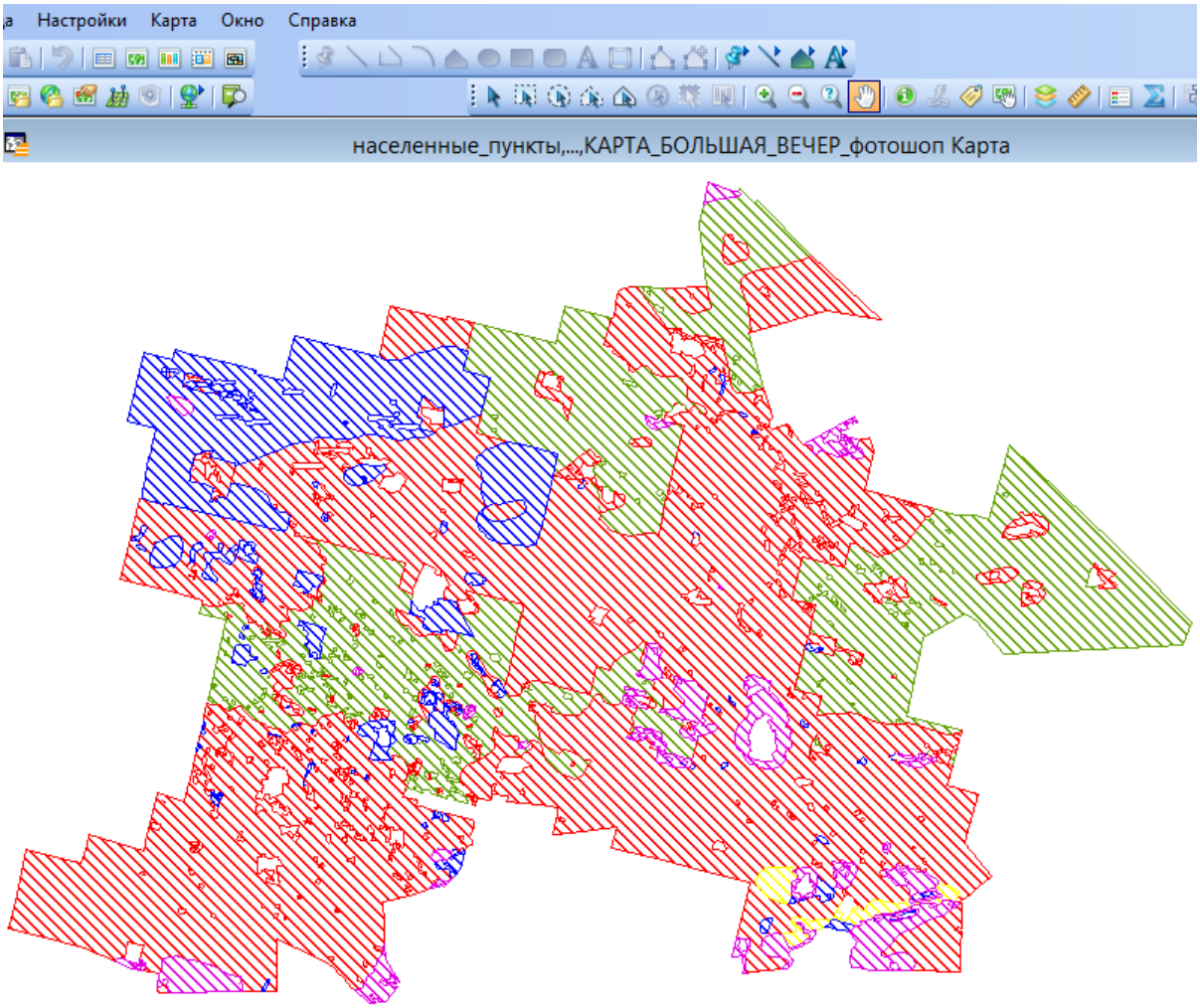


Рисунок 28 – Слой «Эколого-хозяйственные зоны» карты ЭХЗ территории Павлоградского муниципального района Омской области

Карта ЭХЗ как наглядный результат проделанной работы по ЭХЗ исследуемой территории представлена на рисунке 29.

Пошаговая методика формирования экологически устойчивого агроландшафта в ГИС-программе MapInfo Professional представлена в таблице 23.

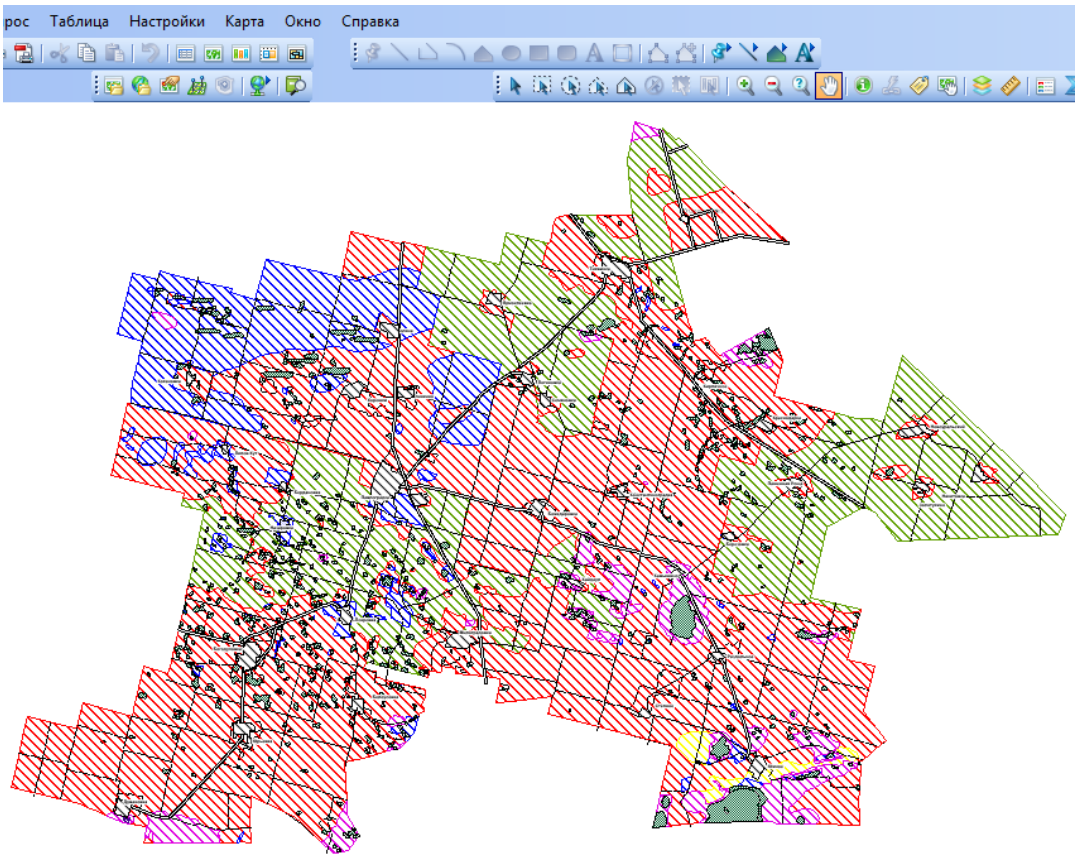


Рисунок 29 – Карта ЭХЗ территории Павлоградского муниципального района Омской области

Таблица 23 – Алгоритм формирования экологически устойчивого агроландшафта на основе ГИС-технологий в программе MapInfo Professional

Номер	Вид работы	Описание работы
1-й этап: Сбор информации		
1.1	Сбор материалов для проведения ЭХЗ	– почвенная карта; – почвенный очерк; – геоморфологическая карта; – и т. д.
2-й этап: Формирование цифровой модели местности в ГИС-программе		
2.1	Подгрузка растра (подложки)	– нанесение на почвенную карту на бумажной основе реперной сетки (точек) с помощью линейки Дробышева; – сканирование почвенной карты с сохранением растрового изображения в формате TIFF; – регистрация растрового изображения

Продолжение таблицы 23

Номер	Вид работы	Описание работы
2.2	Создание слоев	*Название и структура слоев* – «Населенные пункты» (название, площадь_м^2); – «Дороги» (вид, протяженность_м); – «Сельские поселения» (название, площадь_м^2); – «Геоморфологические районы» (ID); – «Сельхозпроизводители» (название, площадь_га); – «Почвенные разности» (номер, площадь_га, условия залегания); – «Несельскохозяйственные угодья» (название, площадь_га); – «Пашня» (название, площадь_га); – «Кормовые угодья» (название, площадь_га)
2.3	Векторизация	– слой «Населенные пункты»: оцифровать инструментом «Полигон», без ситуации в границах населенных пунктов; – слой «Дороги»: оцифровать инструментом «Полилиния», задавая видам дорог разный стиль линии; – слой «Сельские поселения»: оцифровать по границам инструментом «Полигон»; – слой «Геоморфологические районы»: оцифровать по границам инструментом «Полилиния»; – слой «Сельхозпроизводители»: оцифровать по границам инструментом «Полигон»; – слой «Почвенные разности»: оцифровать инструментом «Полигон», объединяя все контуры одной почвенной разности с помощью команды «Объект» – «Объединить»; – слой «Несельскохозяйственные угодья»: оцифровать инструментом «Полигон»; – слой «Пашня»: оцифровать инструментом «Полигон», объединяя все контуры в один объект с помощью команды «Объединить»; – слой «Кормовые угодья»: оцифровать инструментом «Полигон», объединяя все контуры в один объект с помощью команды «Объект» – «Объединить»
2.4	Внесение атрибутивных данных	– слои «Населенные пункты», «Сельские поселения», «Сельхозпроизводители», «Несельскохозяйственные угодья», «Пашня», «Кормовые угодья»: 1) площадь внести в список автоматически с помощью команды «Обновить колонку»; 2) название внести в список вручную; – слой «Дороги»: 1) протяженность внести в список вручную; 2) вид дороги внести в список вручную; – слой «Почвенные разности»: 1) индивидуальный номер внести в список вручную; 2) площадь внести в список автоматически с помощью команды «Обновить колонку»; 3) условия залегания внести в список вручную
2.5	Создание рабочего набора	Название рабочего набора: Цифровая модель местности

Продолжение таблицы 23

Номер	Вид работы	Описание работы
3-й этап: Формирование карты видов агроландшафтов ($КВ_{агр}$)		
3.1	Создание слоев	*Название и структура слоев:* – «Подклассы агроландшафта» (название, площадь_га); – «Кормовые виды агроландшафта» (название, площадь_га, балл_бонитета, урожайность_ц_га, экологическое состояние); – «Кормовые виды агроландшафта» (название, площадь_га, балл_бонитета, урожайность_к.ед, экологическое состояние)
Типизация земель в агроландшафте		
3.2	Выделение подклассов агроланд-шафта	– в слой «Подклассы агроландшафта» из слоя «Пашня» копировать контур пашни; – подгрузить слой «Геоморфологические районы»; – выделить полевые подклассы, разрезав контур пашни по границам геоморфологических районов с помощью инструмента «Разрезать полилинией»; – в слой «Подклассы агроландшафта» из слоя «Кормовые угодья» копировать контур кормовых угодий; – выделить лугово-пастбищные подклассы, разрезав контур кормовых угодий по границам геоморфологических районов с помощью инструмента «Разрезать полилинией»
3.3	Внесение атрибутив-ных данных	– слой «Подклассы агроландшафта»: 1) площадь внести в список автоматически с помощью команды «Обновить колонку»; 2) название внести в список вручную
3.4	Выделение видов агроланд-шафта	– слой «Кормовые виды агроландшафта»: 1) из слоя «Подклассы агроландшафта» копировать полевые подклассы агроландшафта; 2) в каждом подклассе разрезать общий контур пашни по границам почвенных разностей с помощью команды «Разрезать полилинией»; 3) из слоя «Почвенные разности» копировать почвенные разности; 4) каждый контур пашни отдельно с помощью команд «Разрезать полилинией» и «Удалить часть» разрезать по почвенным разностям; 5) объединяя близкие по генезису почвы с помощью команды «Объект» – «Объединить», выделить полевые виды агроландшафтов; – слой «Кормовые виды агроландшафта»: 1) из слоя «Подклассы агроландшафта» копировать лугово-пастбищные подклассы агроландшафта; 2) в каждом подклассе разрезать общий контур кормовых угодий по границам почвенных разностей с помощью команды «Разрезать полилинией»; 3) из слоя «Почвенные разности» копировать почвенные разности; 4) каждый контур кормовых угодий отдельно с помощью команд «Разрезать полилинией» и «Удалить часть» разрезать по почвенным разностям; 5) объединяя близкие по генезису почвы с помощью команды «Объект» – «Объединить», выделить лугово-пастбищные виды агроландшафтов

Продолжение таблицы 23

Номер	Вид работы	Описание работы
3.5	Оценка видов агроландшафтов*	– определить экологическое состояние видов агроландшафтов (методика представлена в диссертационной работе): 1) выбрать необходимые негативные процессы; 2) расставить и суммировать баллы в разрезе видов агроландшафтов; 3) путем сравнения полученных сумм баллов с нормативными параметрами установить экологическое состояние всех видов агроландшафтов; – определить экономическое состояние видов агроландшафтов: 1) балл бонитета почв предоставляется Управлением Росреестра или другим ведомством; 2) урожайность рассчитывается как средневзвешенная через среднюю годовую и балл бонитета (для полевых видов агроландшафта урожайность дана как выход продукции с 1 гектара в центнерах (ц/га), для кормовых видов агроландшафта – как выход кормовых единиц с 1 га в центнерах (ц.корм.ед/га))
3.6	Внесение атрибутивных данных	– слой «Кормовые виды агроландшафта»: 1) название, балл_бонитета, урожайность, экологическое состояние внести в список вручную; 2) площадь внести в список автоматически с помощью команды «Обновить колонку»; – слой «Кормовые виды агроландшафта»: 1) название, балл_бонитета, урожайность, экологическое состояние внести в список вручную; 2) площадь внести в список автоматически с помощью команды «Обновить колонку»
3.7	Окраска видов агроландшафта	– полевые виды агроландшафта окрашиваются в желтые тона заданием необходимых параметров во вкладке «Стиль региона»; – лугово-пастбищные виды агроландшафта окрашиваются в синие тона заданием необходимых параметров во вкладке «Стиль региона»
3.8	Создание рабочего набора	Название рабочего набора: Карта видов агроландшафта
4-й этап: Формирование карты эколого-хозяйственного зонирования (карта ЭХЗ)		
4.1	Создание слоев	*Название и структура слоев:* – «Группы пригодности» (номер_группы, площадь_га); – «Типы агроландшафта» (номер_типа, название_типа, площадь_га); – «Эколого-хозяйственные зоны» (номер_зоны, название_зоны, площадь_га)
4.2	Группировки видов агроландшафта по пригодности к использованию под пашню или кормовые угодья	– в слое «Кормовые виды агроландшафта» произвести выборку по баллу бонитета с помощью команды «Запрос» – «Выбрать»; – в слое «Кормовые виды агроландшафта» произвести выборку по баллу бонитета с помощью команды «Запрос» – «Выбрать»; – копируя необходимые объекты из данных слоев в слой «Группы пригодности», произвести группировку видов агроландшафта по пригодности к использованию под пашню или кормовые угодья с помощью команды «Объект» – «Объединить»

Окончание таблицы 23

Номер	Вид работы	Описание работы
4.3	Внесение атрибутивных данных	– в слой «Группы пригодности»: 1) номер группы внести в список вручную; 2) площадь внести в список автоматически с помощью команды «Обновить колонку»
4.4	Выделение типов земель в агроландшафте	– в слое «Типы агроландшафта» из групп пригодности к использованию под пашню или кормовые угодья сформировать типы земель в агроландшафте путем копирования и объединения необходимых элементов из слоя «Группы пригодности» с помощью команды «Объект» – «Объединить»
4.5	Внесение атрибутивных данных	– в слой «Типы агроландшафта»: 1) номер и название типа внести в список вручную; 2) площадь внести в список автоматически с помощью команды «Обновить колонку»
Эколого-хозяйственное зонирование		
4.6	Выделение эколого-хозяйственных зон	– в слое «Эколого-хозяйственные зоны» сформировать зоны путем копирования и объединения необходимых элементов из слоя «Типы агроландшафта» с помощью команды «Объект» – «Объединить»
4.7	Внесение атрибутивных данных	– в слой «Эколого-хозяйственные зоны»: 1) номер и название зоны внести в список вручную; 2) площадь внести в список автоматически с помощью команды «Обновить колонку»
4.8	Визуализация эколого-хозяйственных зон	– в слое «Эколого-хозяйственные зоны» сформированные зоны выделить штриховкой разных цветов, задав необходимые параметры в «Стиль региона»
4.9	Создание рабочего набора	Название рабочего набора: Схема эколого-хозяйственного зонирования

* проводится без применения ГИС-программ.

Карта ЭХЗ территории Павлоградского муниципального района Омской области является основой для формирования схем и проектов землеустройства территории. Накопленная в процессе проведенной работы БД послужит хорошей основой для создания различного картографического материала, необходимого при разработке систем земледелия на ландшафтной основе.

2.4 Основные выводы по второму разделу

Суть предложенного ЭХЗ заключается в организации сельскохозяйственного землепользования на разных уровнях ландшафтной дифференциации территории с учетом как природно-экологических, так и экономических факторов. Объектом ЭХЗ являются территории муниципальных районов.

При проведении ЭХЗ территории учитываются такие показатели, как границы геоморфологических районов, почва, рельеф, растительность, проявление негативных процессов, урожайность, балл бонитета. В основу правил дифференциации земель положены такие факторы, как проявление физико-географических процессов, производительная способность, пригодность агроландшафтов под пашню или кормовые угодья, необходимость проведения специальных мероприятий.

ЭХЗ проводится в четыре этапа: классификация агроландшафтов (результат – выделенные виды агроландшафтов); оценка видов агроландшафтов (результат – определение экологического состояния видов агроландшафтов, балла бонитета, урожайности); выделение типов земель в агроландшафтах (результат – выделенные типы); выделение эколого-хозяйственных зон (результат – выделенные зоны).

При этом первые три этапа проводятся в рамках типизации земель в агроландшафтах. При типизации земель авторы берут за основу различные таксоны, в данной методике это группы земель в агроландшафте по пригодности к использованию под пашню или кормовые угодья. Типизация служит основой для дальнейшего выделения эколого-хозяйственных зон, в пределах которых разработаны режимы использования земель, позволяющие осуществлять контроль за ведением рационального землепользования.

Апробация ЭХЗ проведена на территории Павлоградского муниципального района Омской области в ГИС программе MapInfo. Изучаемая территория расположена в четырех геоморфологических районах, в каждом из которых выделено по одному полевому и лугово-пастбищному подклассу. В рамках подклассов выделено по 31 виду агроландшафта. После проведенной оценки из 62 видов агроланд-

шафта сформировано 20 групп пригодности к использованию под пашню или кормовые угодья, установлены приемы регулирования их свойств. Группы объединены в шесть типов земель, из которых выделено пять эколого-хозяйственных зон, для которых определено направление использования и установлены режимы использования.

Описан разработанный автором диссертации алгоритм формирования экологически устойчивого агроландшафта на основе ГИС-технологий в программе MapInfo Professional.

3 ЗЕМЕЛЬНО-ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА «УСТОЙЧИВЫЙ АГРОЛАНДШАФТ»

3.1 Содержание и структура ЗИС «Устойчивый агроландшафт»

Одним из приоритетных проектов развития сельского хозяйства является ведомственный проект «Цифровое сельское хозяйство», цель которого – цифровая трансформация сельского хозяйства посредством внедрения цифровых технологий и платформенных решений для обеспечения технологического прорыва в АПК и достижения роста производительности труда. В данный проект в качестве модуля подсистемы «Комплексные цифровые решения для АПК» системы обеспечения операционной деятельности и внедрения комплексных цифровых решений предлагается внедрить ЗИС «Устойчивый агроландшафт» [63, 139].

Ключевым звеном модуля является карта ЭХЗ территорий муниципальных районов, сформированная на базе данных $КВ_{агр}$.

Модуль предназначен для обеспечения визуализированного доступа органов государственной власти, органов местного самоуправления, юридических и физических лиц к графическим и атрибутивным данным $КВ_{агр}$ и карты ЭХЗ для целей учета и мониторинга агроландшафтов, воспроизводства и повышения эффективности их использования.

Пользователи имеют ограниченный (визуализированный) доступ к базе данных (БД), просматривая ее с помощью информационных элементов (полей данных) и элементов управления данными (набор кнопок на панели инструментов, строки меню, пиктограммы, древовидные списки, переключатели).

Описание предметной области, технология формирования объектов и описание информационных потребностей пользователя ЗИС «Устойчивый агроландшафт» представлены в инфологической модели системы на рисунке 30.

Рисунок 30 – Инфологическая модель ЗИС «Устойчивый агроландшафт»

Основные характеристики ЗИС «Устойчивый агроландшафт» представлены на рисунке 31.

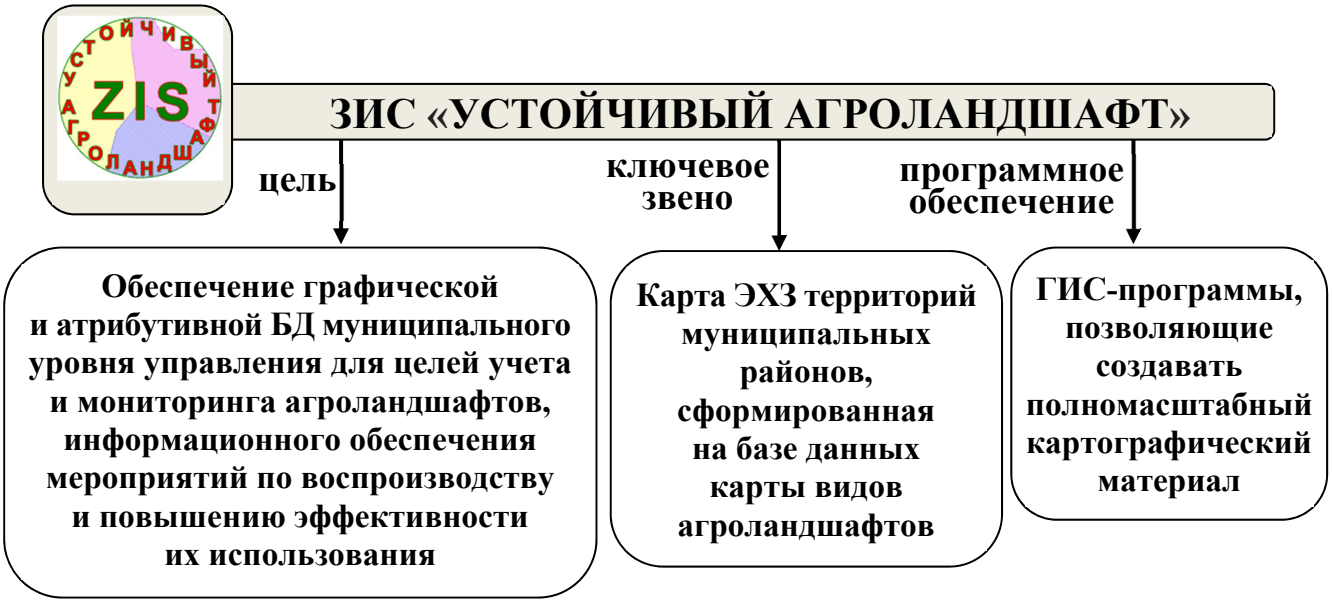


Рисунок 31 – Характеристика ЗИС «Устойчивый агроландшафт»

Программным обеспечением ЗИС «Устойчивый агроландшафт» являются ГИС-программы, позволяющие создавать полномасштабный картографический материал. В ГИС-программах формируются $КВ_{агр}$ и карта ЭХЗ, графические и атрибутивные БД которых подгружаются в ЗИС «Устойчивый агроландшафт».

3.2 Методика формирования экологически устойчивого агроландшафта на основе ГИС-технологий

В процессе исследований по теме диссертации разработана методика автоматизированного проведения ЭХЗ территорий муниципальных районов на основе типизации с применением ГИС-технологий, позволяющая более детально учесть природные особенности земель в агроландшафтах и осуществить экономию временных и трудовых затрат при проведении сельскохозяйственных работ.

Результатом проведения ЭХЗ территорий муниципальных районов является карта ЭХЗ, основой которой служит разработанная в процессе проведения типиза-

ции земель в агроландшафте $КВ_{агр}$. Алгоритм создания карты ЭХЗ с применением информационных технологий представлен на рисунке 32.

Рисунок 32 – Алгоритм создания карты ЭХЗ с применением информационных технологий

Создание $КВ_{агр}$ и карты ЭХЗ начинается с формирования геоинформационной основы территорий муниципальных районов. В данном случае под геоинформационной основой понимается ЦММ муниципальных районов с набором показателей, необходимых для проведения эколого-хозяйственного зонирования агроландшафтов, содержащихся в БД. Показатели представлены двумя группами: графические данные и атрибутивные (семантические) данные.

Для формирования ЦММ необходимы такие графические исходные материалы, как почвенные карты, картограммы эродированных земель, геоморфологические карты (см. рисунок 11). Наличие в единой базе данных уже

сформированных ЦММ муниципальных районов намного упростит работу и сэкономит время.

Структура ЦММ муниципального района для проведения ЭХЗ представлена на рисунке 33.

Рисунок 33 – Структура ЦММ муниципального района

Проблемой в данном вопросе является отсутствие актуальной информации [1, 6, 7, 8]. Последние почвенные карты на территории России были составлены в конце 1980-х гг., и в данный момент требуют корректировки и перевода в цифровой вид так же, как и карты эрозии земель, геоморфологические и другие карты. Необходимые для формирования ЦММ исходные материалы представлены на рисунке 34.

Зачастую карты представлены на бумажной основе, и для работы в ГИС-программах требуется их перевод в растровую картинку и процесс регистрации. Регистрация растрового изображения представляет собой его привязку к определенным точкам на поверхности земли. После регистрации программа автоматически вы-

числяет географические координаты для каждого пикселя на растре, что позволяет в дальнейшем производить различные аналитические операции. Подложкой для формирования ЦММ муниципальных районов могут служить электронные карты с геопорталов и геосервисов сетей Интернет. В каждой ГИС-программе процесс подгрузки электронных карт из Интернета для растровой подложки индивидуален.

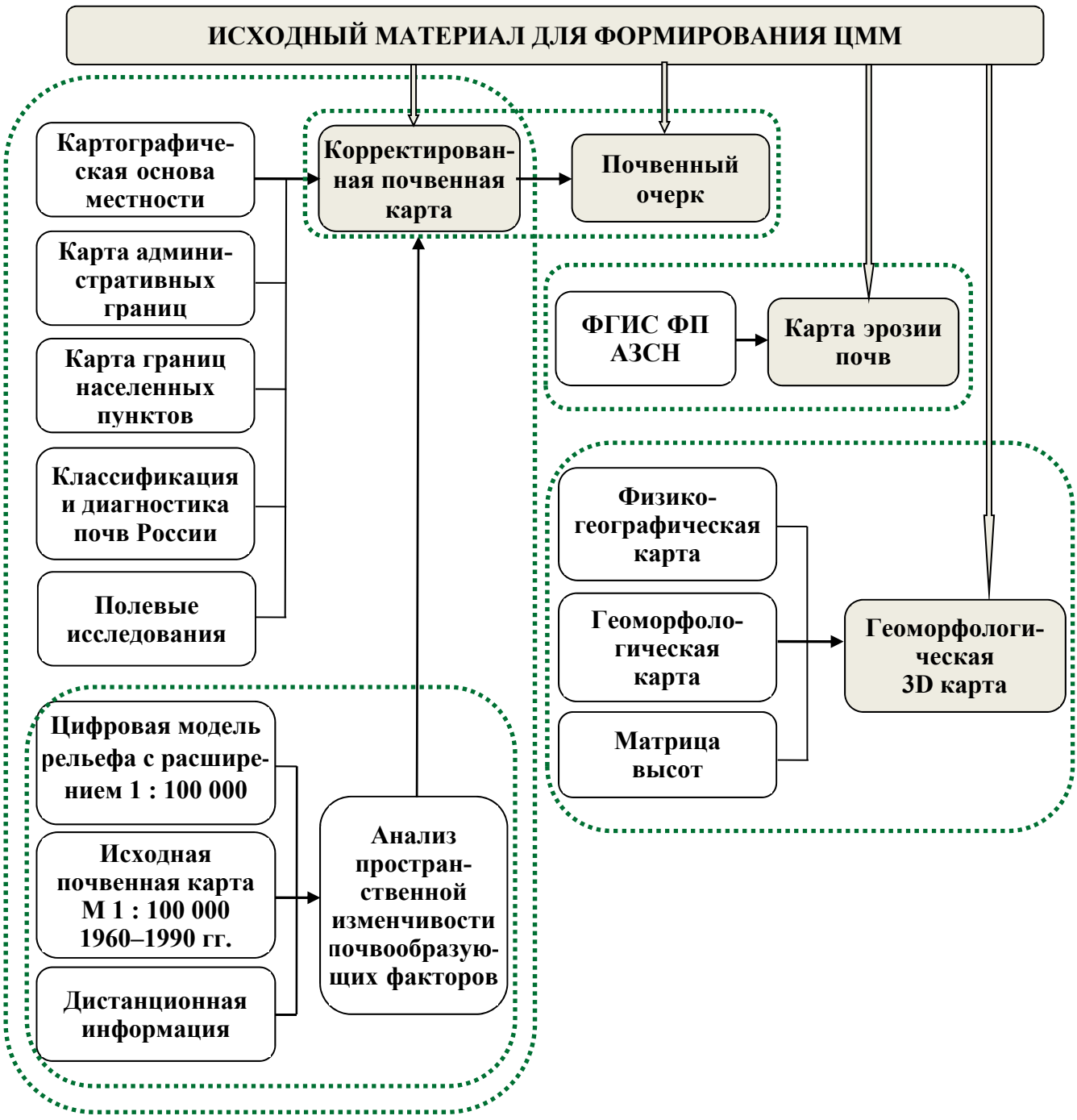


Рисунок 34 – Исходный материал для формирования ЦММ

Для дальнейшего перевода растрового формата графических данных в векторный (векторизация) необходимо создать набор слоев с заданной структурой. Характеристика слоев, необходимых для формирования ЦММ муниципального района для проведения ЭХЗ территории, представлена на рисунке 35.

Название слоя	Отображаемые элементы	Вносимая атрибутивная информация	Цель создания слоя
Косметический слой	-	-	Создается автоматически
Населенные пункты	Населенные пункты с названиями	Название и площадь объекта	Визуализация ситуации
Дороги	Дороги	Вид и протяженность объекта	Визуализация ситуации
Сельские поселения	Границы сельских поселений	Название и площадь объекта	Визуализация ситуации
Геоморфологические районы	Границы геоморфологических районов	-	Определение местоположения
Сельхозпроизводители	Границы с полями	Название и площадь объекта	Определение местоположения
Почвенные разности	Почвенные разности	Номер, площадь объекта, условия залегания	Основа для выделения видов агроландшафта
Несельскохозяйственные угодья	Несельскохозяйственные угодья	Название и площадь объекта	Визуализация ситуации
Пашня	Пашня	Название и площадь объекта	Основа для выделения подвидов агроландшафта
Кормовые угодья	Сенокосы, пастбища	Название и площадь объекта	Основа для выделения подвидов агроландшафта
Растровый слой (подложка)	Почвенная, геоморфологическая и другие	-	Основа для векторизации

Рисунок 35 – Расположение и содержание слоев ЦММ
для проведения ЭХЗ территории муниципального района

На основе данной ЦММ предполагается создание двух цифровых карт. Структура карт представлена на рисунке 36.

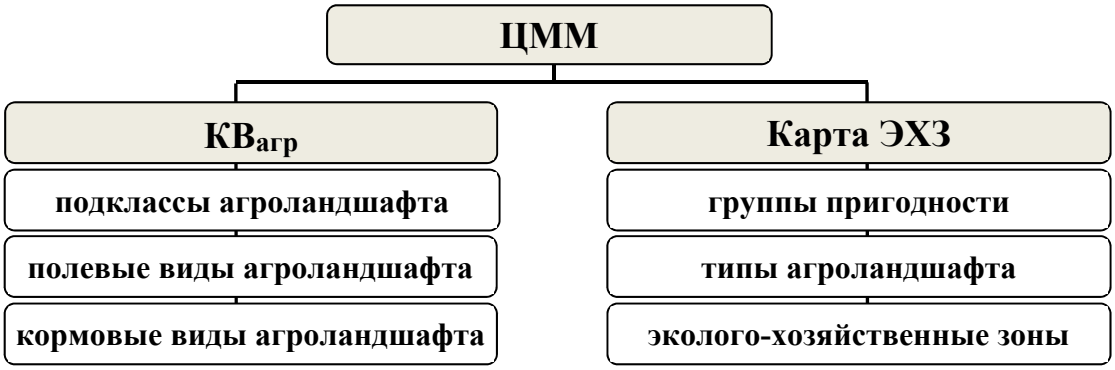


Рисунок 36 – Структура карты видов агроландшафтов $КВ_{агр}$ и карты ЭХЗ

$КВ_{агр}$ выступает наглядной формой воспроизводства структуры антропогенных территориальных комплексов, отражает морфологическую структуру агроландшафтов и может браться за основу для проведения различных типизаций и районирования земель. Ее основное назначение – изучение морфологической структуры агроландшафтов. В связи с этим работы по оценке сельскохозяйственных земель необходимо сопровождать составлением агроландшафтных карт в комплекте с другими специальными картами, дающими возможность учета в комплексе особенностей ландшафтно-экологических и пространственно-технологических условий исследуемой территории [51]. Имея $КВ_{агр}$ в цифровом виде, удобно проводить последующее изучение территории путем наложения информационных слоев на единую картографическую основу с использованием современных компьютерных продуктов.

Для формирования $КВ_{агр}$ к уже существующим слоям ЦММ создаются следующие слои: «Подклассы агроландшафта», «Полевые виды агроландшафта», «Кормовые виды агроландшафта». Каждый слой несет необходимую для создания карты информацию. Слой «Подклассы агроландшафта» рабочий, т. е. в нем проводят пространственный анализ данных, но так как он несет необходимую для выделения видов агроландшафта информацию его включили в структуру $КВ_{агр}$. Структура и состав атрибутивной БД $КВ_{агр}$ представлена на рисунке 37.

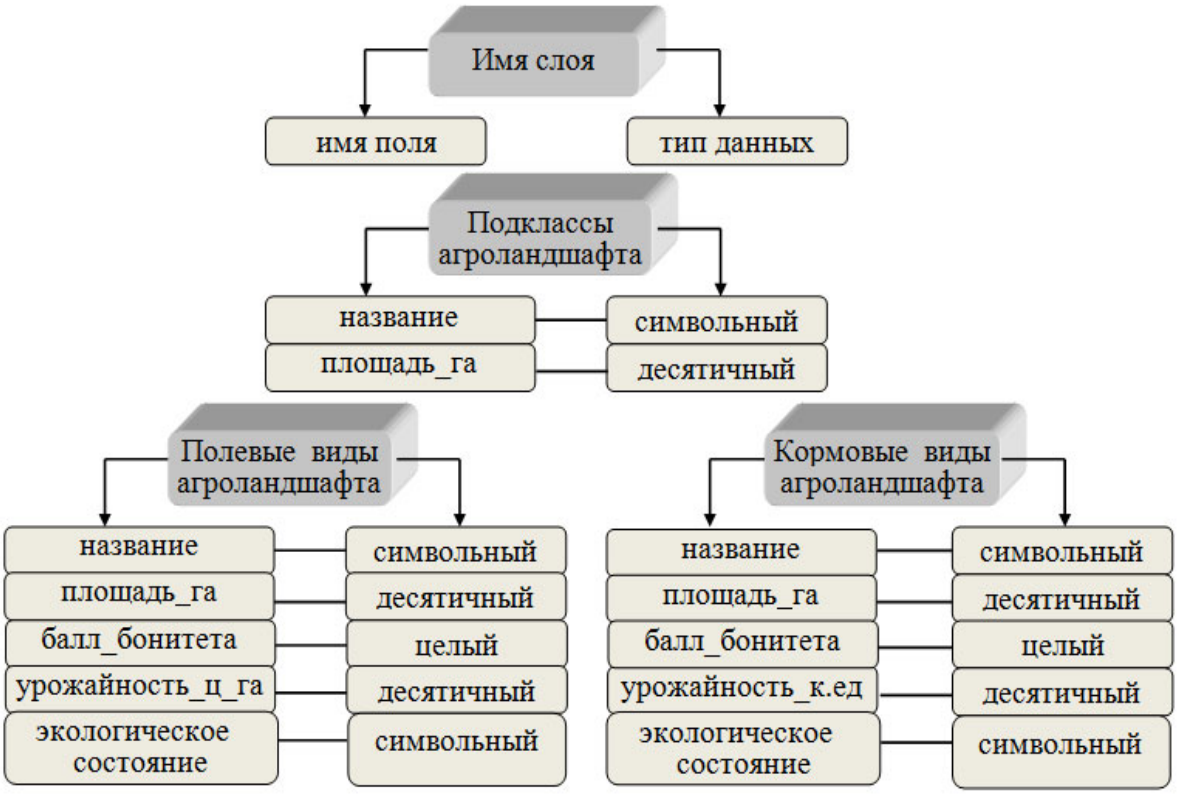


Рисунок 37 – Структура и состав атрибутивной БД $КВ_{агр}$

С учетом информации, занесенной в слои «Пашня», «Кормовые угодья» и «Геоморфологические районы», в границе каждой из геоморфологических зон выделяются полевые и лугово-пастбищные подклассы агроландшафта с сохранением в слой «Подклассы агроландшафта». Подклассы выделяются путем поочередного деления массивов пашни и кормовых угодий границами геоморфологических районов.

Виды агроландшафтов в границах подклассов формируются поочередно в слоях «Полевые виды агроландшафтов» и «Кормовые виды агроландшафтов». Работая со слоями «Почвенные разности», «Геоморфологические районы», «Несельскохозяйственные угодья», «Пашня» и «Кормовые угодья», в слоях с полевыми видами агроландшафтов необходимо оставить почвенные разности только под пашней, а в слоях с лугово-пастбищными видами агроландшафта оставить почвенные разности только под кормовыми угодьями. Далее учитывая условия залегания, объединяя близкие по генезису почвы, нужно выделить полевые и лугово-

пастбищные виды агроландшафта. Внести необходимые атрибутивные данные видов агроландшафтов в соответствующие слои.

Заключительным этапом является окраска полученных видов агроландшафта, при этом полевые виды агроландшафта и лугово-пастбищные окрашиваются в разных цветовых гаммах. Из слоев «Полевые виды агроландшафта» и «Кормовые виды агроландшафта» создается рабочий набор и при необходимости вывода $КВ_{агр}$ на печать делается зарамочное оформление карты.

$КВ_{агр}$ служит основой для разработки карты ЭХЗ территорий муниципальных районов, по сути, процесс ее создания является продолжением формирования БД данной территории. Карта ЭХЗ формируется на базе слоев «Кормовые виды агроландшафта» и «Полевые виды агроландшафта». При необходимости можно наложить слой с границами землепользователей (землевладельцев), для того чтобы было наглядно видно, какие виды агроландшафтов находятся в границах конкретного хозяйствующего субъекта. Логичнее эту информацию представить на схеме землеустройства, которую рекомендуется формировать на основе карты ЭХЗ.

Рабочие наборы $КВ_{агр}$ и карты ЭХЗ имеют общие слои, изменения в которых приведут к изменениям в обоих рабочих наборах, так как вся информация в большинстве ГИС-программ находится в динамике, т. е. в зависимости друг от друга. Поэтому общие слои должны быть фундаментом (основой), а для новой информации необходимо создавать новые слои.

Для формирования карты ЭХЗ территории муниципального района создаются следующие слои: «Группы пригодности», «Типы агроландшафта», «Эколого-хозяйственные зоны».

Слой «Эколого-хозяйственные зоны» является конечным результатом всей проделанной работы. Слои «Группы пригодности» и «Типы агроландшафта» рабочие, но они несут важную информацию, поэтому включены в структуру карты ЭХЗ. В результате атрибутивная БД пополнится информацией. Структура и состав слоев карты ЭХЗ представлены на рисунке 38.

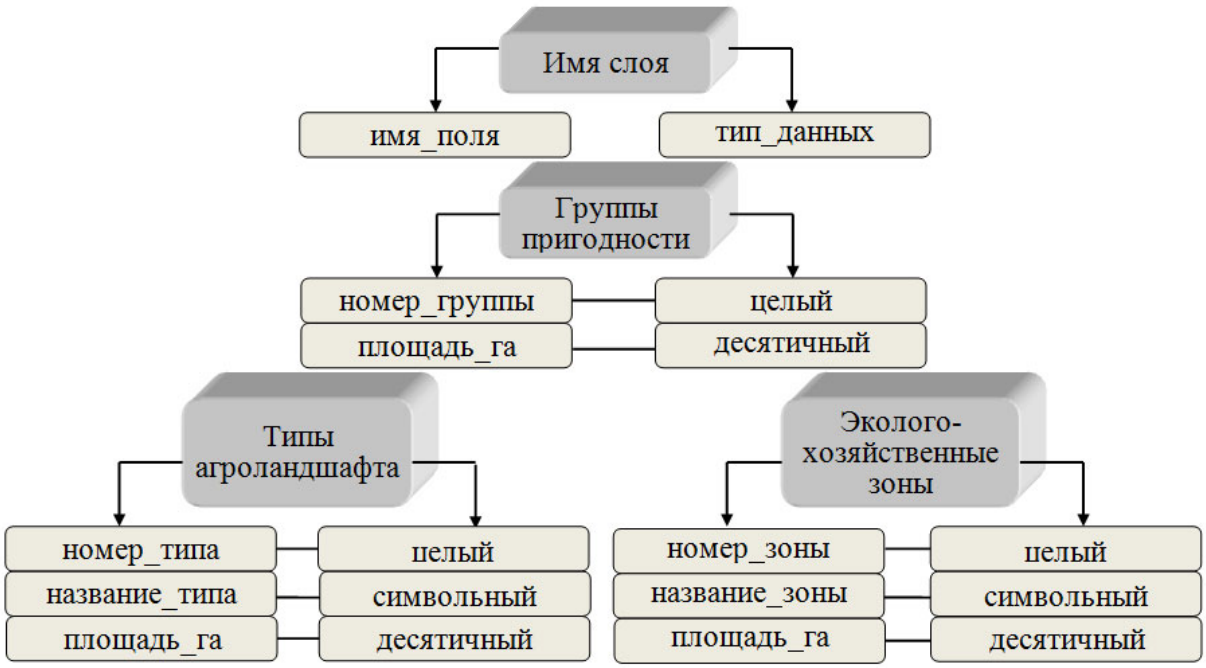


Рисунок 38 – Структура и состав атрибутивной БД карты ЭХЗ

Для облегчения группировки видов агроландшафта по пригодности к использованию под пашню или кормовые угодья в слоях «Полевые виды агроландшафта» и «Кормовые виды агроландшафта» производится выборка по баллу бонитета. Копированием необходимых объектов из данных слоев в слой «Группы пригодности» сформировано 20 групп.

С учетом результатов проведения типизации и выделения эколого-хозяйственных зон из слоя «Группы пригодности» копируются необходимые элементы в слой «Типы агроландшафта», где их объединяют в типы агроландшафта, из которых в слое «Эколого-хозяйственные зоны» формируются зоны.

Для вновь созданных объектов в соответствующие слои заносится необходимая атрибутивная информация. Эколого-хозяйственные зоны, для лучшего визуального восприятия показаны штриховкой. При необходимости вывода карты ЭХЗ на печать можно подключить слои, несущие информацию по существующей ситуации территории, и сформировать зарамочное оформление.

Технологическая схема создания карты ЭХЗ представлена на рисунке 39.

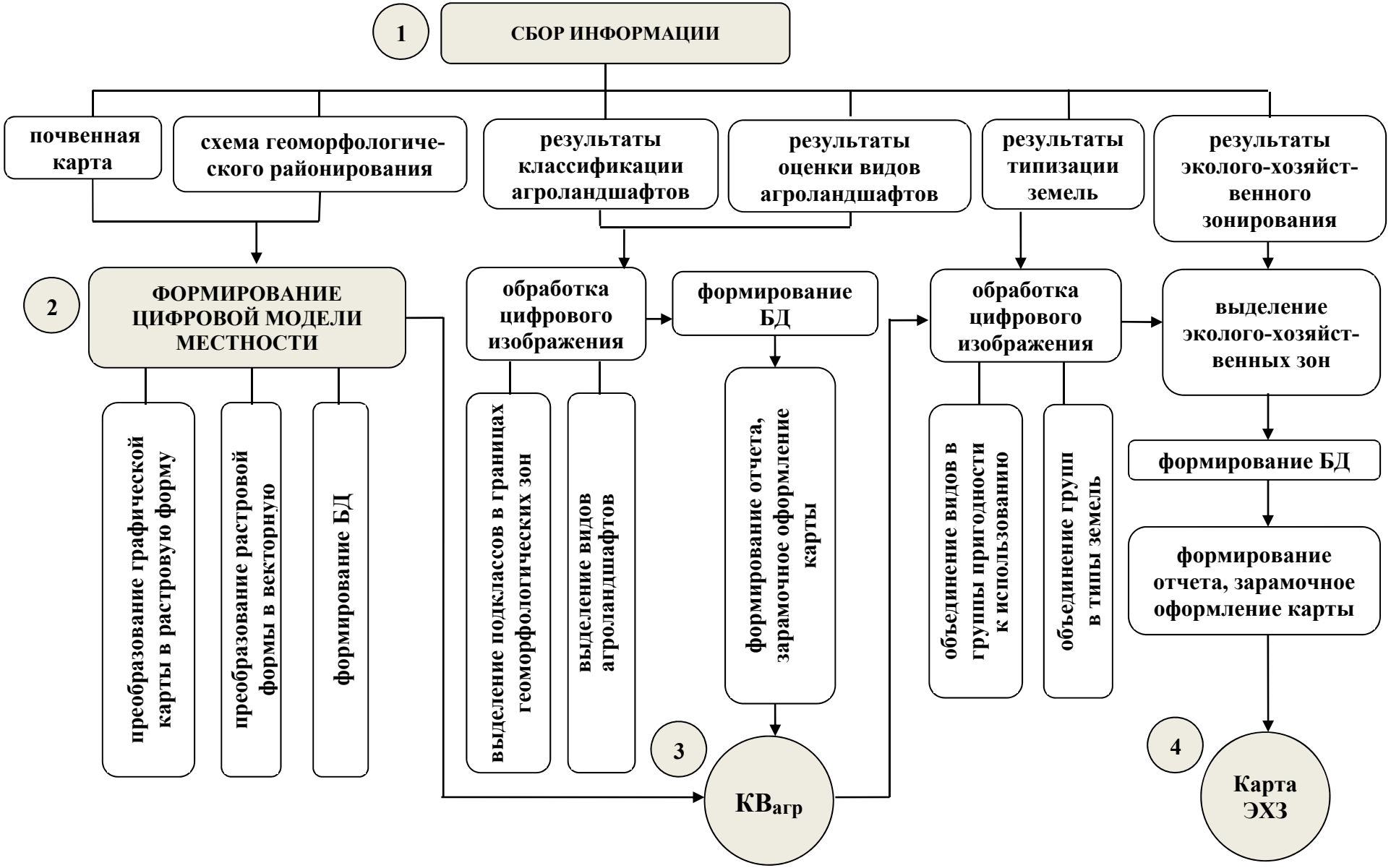


Рисунок 39 – Технологическая схема создания карты ЭХЗ территории муниципального района

Таким образом, формирование карты ЭХЗ проходит в четыре этапа:

– на первом этапе происходит сбор информации, необходимой для выделения зон;

– на втором этапе на основе собранной информации формируется ЦММ;

– на третьем этапе формируется $КВ_{агр}$;

– на четвертом этапе на основе созданной БД формируется карта ЭХЗ.

3.3 Опыт формирования экологически устойчивого агроландшафта с помощью модуля ЗИС «Устойчивый агроландшафт»

АО «Нива» Павлоградского муниципального района Омской области является одним из крупных и передовых сельхозпроизводителей. В границах хозяйства размещается 102 поля со средним размером 369 га. Схема размещения полей представлена на рисунке 40.

На рисунке 41 показано окно с подгруженным к слою с сеткой полей АО «Нива» слоем «Эколого-хозяйственные зоны».

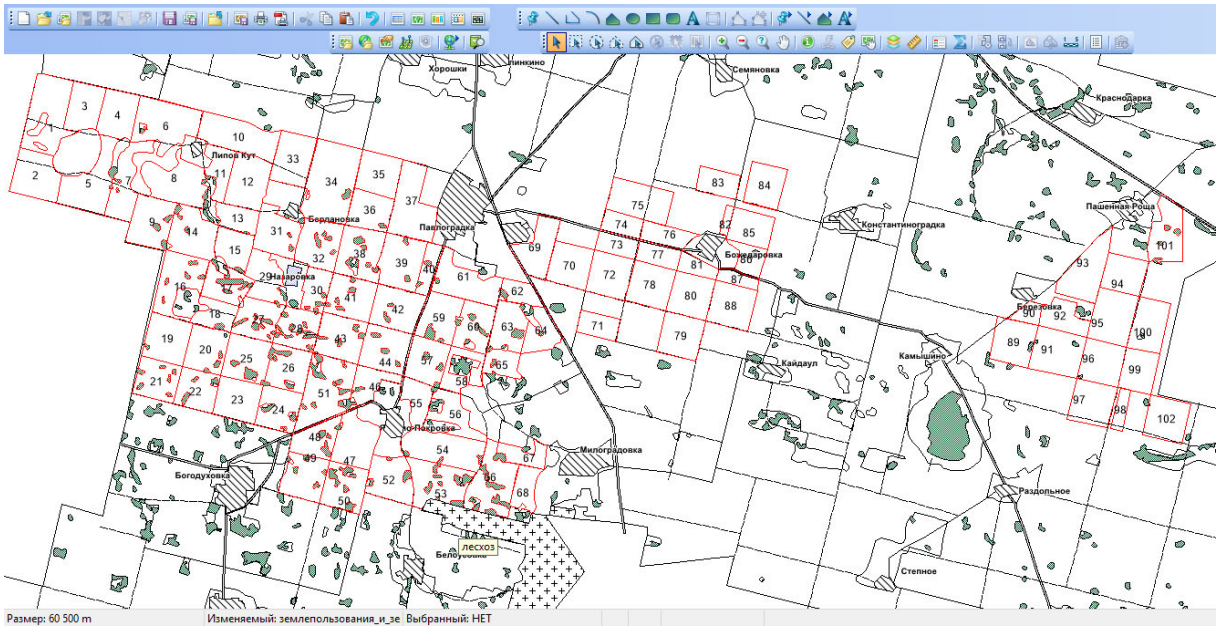


Рисунок 40 – Схема размещения полей АО «Нива» Павлоградского муниципального района Омской области

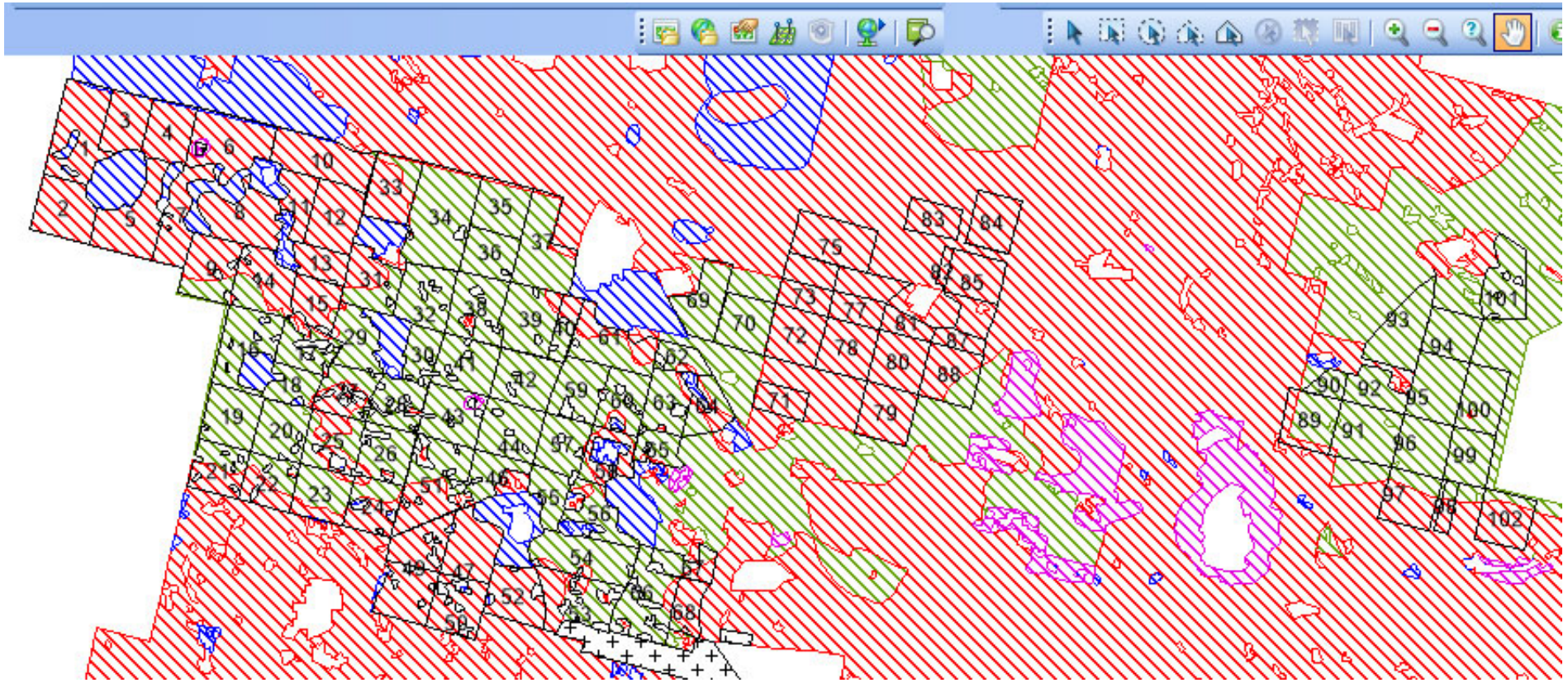


Рисунок 41 – Эколого-хозяйственное зонирование АО «Нива»

Павлоградского муниципального района Омской области

В таблице 24 приведен визуальный анализ полей, из которого видно, что:

– 34 поля благоприятны под пашню и возделывание всех групп сельскохозяйственных культур, так как расположены в границах эколого-хозяйственной зоны I;

– 41 поле относительно благоприятно под пашню и возделывание основных групп сельскохозяйственных культур, так как расположено в границах эколого-хозяйственной зоны III;

– 27 полей расположены на разных зонах.

Таблица 24 – Эколого-хозяйственное зонирование полей АО «Нива» Павлоградского муниципального района Омской области

Номер поля	Эколого-хозяйственная зона
1–5, 7, 8, 10–13, 15, 47–50, 52, 71–87	I Благоприятная под пашню и возделывание всех групп сельскохозяйственных культур
16–20, 26, 28–30, 32, 34–38, 41, 42, 44–46, 54–57, 59, 62, 63, 65, 66, 69, 70, 90–96, 99–101	III Относительно благоприятная под пашню и возделывание основных групп сельскохозяйственных культур
6, 9, 14, 21–25, 27, 31, 33, 39, 40, 43, 51, 53, 58, 60, 61, 64, 67, 68, 88, 89, 97, 98, 102	Смешанные зоны

Исходя из карты ЭХЗ для полей, попавших в зону I, рекомендуется:

– регулируемый режим использования;

– возделывание всех групп сельскохозяйственных культур в системе севооборотов с обязательным проведением организационно-хозяйственных и землеустроительных мероприятий;

– ограниченное применение интенсивных технологий, химических удобрений.

Для полей, попавших во зону III, рекомендуется:

– регулируемое использование;

– возделывание основных групп сельскохозяйственных культур (ячмень, овес, рожь, подсолнечник, ежа сборная, горох, житняк, пырей и т. д.) в системе се-

вооборотов с обязательным проведением организационно-хозяйственных и землеустроительных мероприятий;

– ограниченное возделывание групп сельскохозяйственных культур.

Для полей, попавших в несколько зон, рекомендуется:

– части 6 и 43 полей, расположенных в зоне V, рекомендуется трансформировать в кормовые угодья, так как агроландшафты находящиеся в данной зоне могут использоваться только для регулируемого выпаса скота и сенокошения в строго установленные сроки;

– остальные поля рекомендуется перепроектировать с учетом границ эколого-хозяйственных зон.

Процесс составления рекомендаций по эффективному использованию 102 полей исследуемого хозяйства не занял много времени и заключался в подгрузке слоя с полями к карте ЭХЗ и визуальному анализу.

3.4 Основные выводы по третьему разделу

В целях сокращения временных и финансовых затрат на восстановление и поддержание плодородия агроландшафтов РФ, в рамках диссертации предложено внедрить в проект «Цифровое сельское хозяйство» в качестве модуля подсистемы «Комплексные цифровые решения для АПК» системы обеспечения операционной деятельности и внедрения комплексных цифровых решений модуль ЗИС «Устойчивый агроландшафт».

Ключевым звеном модуля является карта ЭХЗ территорий муниципальных районов, сформированная на базе данных $КВ_{агр}$. Основой карт является ЦММ Павлоградского муниципального района Омской области.

В диссертации представлена технология формирования $КВ_{агр}$ муниципального района, БД которой является основой для формирования карты ЭХЗ территории. Технологическая схема создания карты ЭХЗ от сбора информации до выхода конечного продукта также представлена в работе.

Опыт формирования экологически устойчивого агроландшафта с помощью модуля ЗИС «Устойчивый агроландшафт» продемонстрирован на территории АО «Нива» Павлоградского муниципального района Омской области. Результат проведенной апробации показал, что предлагаемый модуль ЗИС «Устойчивый агроландшафт» может быть рекомендован для включения в структуру проекта «Цифровое сельское хозяйство», так как несет в себе информацию, необходимую для ведения эффективного землепользования, что и является одной из главных целей данного проекта. При этом он прост в работе и доступен для всех категорий пользователей.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведения диссертационного исследования достигнута поставленная цель: разработана методика эколого-хозяйственного зонирования территории с применением геоинформационных технологий.

Итоги диссертационного исследования заключаются в следующем.

1 Проведен информационно-аналитический обзор технологий планирования сельскохозяйственного производства, выявлены проблемы, влияющие на низкую эффективность использования сельскохозяйственных земель и показавшие необходимость разработки методики автоматизированного проведения ЭХЗ территорий муниципальных районов с применением геоинформационных технологий.

2 Разработана методика автоматизированного проведения ЭХЗ территорий муниципальных районов на основе технологической схемы зонирования, схемы проведения типизации земель в агроландшафтах и критериев оценки экологического состояния агроландшафтов, позволяющая учесть природные особенности земель в агроландшафтах и осуществить экономию временных и трудовых затрат при планировании организации и проведении сельскохозяйственных работ.

3 Разработан алгоритм создания цифровых карт эколого-хозяйственного зонирования с применением геоинформационных технологий, который позволил осуществить усовершенствование системы землепользования и обеспечить рациональное использование земельных ресурсов на основе дифференциации территории и выделения зон с одинаковыми ландшафтно-экологическими условиями.

4 Разработаны содержание и структура ЗИС «Устойчивый агроландшафт» как модуля ведомственного проекта «Цифровое сельское хозяйство», обеспечивающего графической и атрибутивной БД муниципальный уровень управления для целей учета и мониторинга агроландшафтов, воспроизводства и повышения эффективности использования земель сельскохозяйственного назначения.

5 Выполнены апробация проведения ЭХЗ и апробация применения карты ЭХЗ на территории Павлоградского м. р-на Омской области, что позволило определить направления сельскохозяйственного использования, установить режимы

использования земель в агроландшафтах и обосновать результативность применения ЗИС «Устойчивый агроландшафт».

Разработанная методика рекомендуется к использованию проектными организациями при подготовке плановых и проектных документов по использованию земель для административно-территориальных образований, а также органами управления в области сельскохозяйственного землепользования.

Перспективы развития диссертационного исследования заключаются в применении разработанной методики проведения ЭХЗ территорий муниципальных районов и внедрении предложенной ЗИС «Устойчивый агроландшафт» в проект «Цифровое сельское хозяйство» для обеспечения формирования высокопродуктивных и экологически устойчивых агроландшафтов путем совершенствования землепользования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Аврунев, Е. И. Разработка информационной модели недостоверной кадастровой информации [Текст] / Е. И. Аврунев, М. П. Дорош // Вестник СГУГиТ. – 2018. – Т. 23, № 1. – С. 156–166.

2 Автушенко, К. В. Организация территории землепользования на агроландшафтной основе [Текст] / К. В. Автушенко // Экономика и экология территориальных образований. – 2016. – № 2. – С. 133–135.

3 Агроэкологическая типизация и классификация земель (ч. 1) [Электронный ресурс] // Земледелие от «А» до «Я». – 13.03.2013. – Режим доступа: http://racechrono.ru/pochvovedenie/2900-agroekologicheskaya-tipizaciy.

4 Айдаров, И. П. Обустройство агроландшафтов России [Текст] / И. П. Айдаров. – М. : МГУП, 2007. – 173 с.

5 Арманд, Д. Л. Наука о ландшафтах [Текст] / Д. Л. Арманд. – М. : Мысль, 1975. – 244 с.

6 Басова, И. А. Государственный мониторинг земель как фактор обеспечения рационального природопользования [Текст] / И. А. Басова, Н. П. Иватанова // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. – 2011. – № 2. – С. 3–9.

7 Басова, И. А. Информационная основа мониторинга загрязнения почвенного покрова [Текст] / И. А. Басова, А. А. Миненко, В. И. Ишутина // Горный журнал. – 2009. – № 2. – С. 77–79.

8 Басова, И. А. Совершенствование рационального использования земельных ресурсов [Текст] / И. А. Басова // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. – 2011. – № 2. – С. 9–14.

9 Болтанова, Е. С. Зонирование земель [Текст] / Е. С. Болтанова // Сибирский юридический вестник. – 2012. – № 2 (57). – С. 33–37.

10 Большаник, П. В. Эколого-ландшафтное районирование Омского Прииртышья [Текст] / П. В. Большаник, Н. О. Игенбаева // География и природные ресурсы. – 2006. – № 3. – С. 37–41.

11 Вальков, В. Ф. Основы землепользования и землеустройства [Текст] : учеб. для вузов / В. Ф. Вальков, В. Я. Заплетин, А. С. Чешев ; Рост. гос. ун-т им. М. А. Суслова. – Ростов н/Д. : Изд-во Рост. гос. ун-та, 1988. – 238 с.

12 Варламов, А. А. Внутрихозяйственная организация использования земель на ландшафтной основе [Текст] : автореф. дис. … д-ра экон. наук / А. А. Варламов. – М., 1990. – 46 с.

13 Варламов, А. А. Организация территории сельскохозяйственных землевладений и землепользований на эколого-ландшафтной основе [Текст] : учеб. пособие / А. А. Варламов ; Гос. ун-т по землеустройству. – М. : ГУЗ, 1992. – 114 с.

14 Варламов, А. А. Повышение эффективности использования земли [Текст] : учеб. пособие для повышения квалификации специалистов / А. А. Варламов, С. Н. Волков. – М. : Агропромиздат, 1991. – 143 с.

15 Вернадский, В. И. Биосфера [Текст] / В. И. Вернадский. – М. : Мысль, 1967. – 210 с.

16 Веселова, М. Н. Влияние свойств земли – природных ресурсов на направление использования земель [Текст] / М. Н. Веселова // Землеустроительные, кадастровые, геодезические работы для обеспечения стабильности и эффективности развития экономики России : сб. науч. тр. – Омск : Изд-во ФГОУ ВПО ОмГАУ, 2005. – С. 51–54.

17 Веселова, М. Н. Совершенствование системы землепользования в целях рационализации природопользования [Текст] / М. Н. Веселова, П. Н. Логвиненко // Землеустроительное и кадастровое обеспечение комплексного развития территорий и недвижимости : сб. тр. – Омск : ИПК Е. А. Макшеевой, 2010. – С. 24–29.

18 Волков, С. Н. Основы землевладения и землепользования [Текст] : учеб. пособие / С. Н. Волков, В. Н. Хлыстун, В. Х. Улюкаев. – М. : Колос, 1992. – 144 с.

19 Володин, В. М. Будущее за ландшафтным земледелием [Текст] / В. М. Володин // Земледелие. – 2000. – № 3. – С. 14–15.

20 Вольнов, В. В. Ландшафтоведение и агроландшафтные экосистемы [Текст] : учеб. пособие / В. В. Вольнов, А. С. Давыдов. – Барнаул : Изд-во АГАУ, 2006. – 210 с.

21 Воскресенский, С. С. Геоморфология Сибири [Текст] // С. С. Воскресенский. – М. : МГУ, 1962. – 352 с.

22 Генеральная схема противоэрозионных мероприятий по Омской области [Текст]. Т. 2: Особенности природных условий и эрозионное районирование территории. – Омск : ОмСХИ им. С. М. Кирова, 1974. – 126 с.

23 Геоинформационные проекты землеустройства сельскохозяйственных предприятий как основа цифровизации сельского хозяйства [Текст] / В. В. Вершинин, Т. Н. Ковалева, М. М. Демидова, П. П. Лебедев // Московский экономический журнал. – 2018. – № 5 (1). – С. 16–27.

24 Глобальные экологические проблемы [Электронный ресурс] : курс лекций. – 2011. – Режим доступа: http://b-energy.ru/bibliot-eka/ekologiya-konspekt-lekcii/400-globalnye-ekologicheskie-problemy.html.

25 Голованов, А. И. Ландшафтоведение [Текст] : учеб. пособие / А. И. Голованов, Е. С. Кожанов, Ю. И. Сухарев. – М. : КолосС, 2005. – 216 с.

26 Горр, Е. Р. Ландшафтно-экологический подход к использованию земель сельскохозяйственных предприятий [Текст] / Е. Р. Горр // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2009. – № 9. – С. 94–98.

27 ГОСТ Р 51606–2000. Карты цифровые топографические. Система классификации и кодирования цифровой картографической информации. Общие требования [Электронный ресурс]. − Доступ из справ.-правовой системы «Гарант».

28 ГОСТ Р 52055–2003. Геоинформационное картографирование. Пространственные модели местности. Общие требования [Текст]. – СПб. : Ин-т телекоммуникаций, 2003. – 46 с.

29 ГОСТ Р 52155–2003. Географические информационные системы федеральные, региональные, муниципальные. Общие технические требования [Текст]. – СПб. : Ин-т телекоммуникаций, 2003. – 40 с.

30 ГОСТ Р 52438–2005. Географические информационные системы. Термины и определения [Электронный ресурс]. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

31 ГОСТ Р 52439–2005. Модели местности цифровые. Каталог объектов местности. Требования к составу [Электронный ресурс]. – Доступ из справ.-правовой системы «Гарант».

32 ГОСТ Р 52440–2005. Модели местности цифровые. Общие требования [Электронный ресурс]. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

33 Градобоев, Н. Д. Почвы Омской области [Текст] / Н. Д. Градобоев, В. М. Прудникова, И. С. Сметанин. – Омск : Омск. кн. изд-во, 1960. – 368 с.

34 Дежкин, В. В. Природопользование [Текст] : курс лекций / В. В. Дежкин. – М. : Изд-во МНЭПУ, 2003. – 96 с.

35 Дехканова, Н. Н. Землеустройство сельскохозяйственных организаций Кировской области на адаптивно-ландшафтной основе [Текст] : дис. ... канд. эконом. наук: 08.00.05 / Дехканова Наталия Николаевна. – М., 2014. – 174 с.

36 Доклад о состоянии и использовании земель в Омской области: 2010–2016 гг. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://to55.rosreestr.ru.

37 Документы программы «Цифровое сельское хозяйство» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://iotas.ru/projects/agriculture.

38 Докучаев, В. В. Наши степи прежде и теперь [Текст] / В. В. Докучаев. – М. : Сельхозиздат, 1953. – 138 с.

39 Долматова, О. Н. Географические и земельно-информационные системы [Текст] : учеб. пособие / О. Н. Долматова, Л. Н. Гилева, Е. В. Коцур. – Омск : Изд-во ФГБОУ ВПО ОмГАУ, 2013. – 148 с.

40 Дорош, М. П. Результаты работ по повышению качества данных в Едином государственном реестре недвижимости на территории Новосибирской области [Текст] / М. П. Дорош // Вестник СГУГиТ. – 2017. – Т. 22, № 2. – С. 181–192.

41 Дорош, М. П. Технологический процесс методики повышения качества данных в Едином государственном реестре недвижимости [Текст] / М. П. Дорош // Вестник СГУГиТ. – 2017. – Т. 22, № 3. – С. 161–170.

42 Дубровский, А. В. Геоинформационные системы: управление и навигация [Текст] : учеб.-метод. пособие / А. В. Дубровский. – Новосибирск : СГГА, 2013. – 96 с.

43 Дубровский, А. В. Опыт использования геоинформационных технологий при проектировании систем адаптивно-ландшафтного земледелия на территорию НСО [Текст] / А. В. Дубровский, Е. С. Троценко // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012. VIII Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Экономическое развитие Сибири и Дальнего Востока. Экономика природопользования, землеустройство, лесоустройство, управление недвижимостью» : сб. материалов в 4 т. (Новосибирск, 10–20 апреля 2012 г.). – Новосибирск : СГГА, 2012. Т. 3. – С. 64–68.

44 Дубровский, А. В. Элементы современного геоинформационно-картографического обеспечения для управления муниципальными образованиями [Текст] / А. В. Дубровский, А. В. Ершов, О. И. Малыгина // Актуальные вопросы образования. Ведущая роль современного университета в технологической и кадровой модернизации российской экономики : сб. материалов Междунар. науч.-метод. конф., 16–20 февраля 2015 г., Новосибирск. В 3 ч. – Новосибирск : СГУГиТ, 2015. Ч. 2. – С. 22–27.

45 Единый портал аграрных вузов России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://agrovuz.ru/prepodavateljam/itemlist/tag/Цифровизация).

46 Иванов, Ю. Г. Характеристика эколого-хозяйственного состояния земель при землеустройстве [Текст] / Ю. Г. Иванов, Б. И. Кочуров // Проблемы охраны земель и повышения их продуктивности : сб. науч. тр. – М. : ГИЗФ Р, 1985. – С. 143–148.

47 Исаченко, А. Г. Ландшафты [Текст] / А. Г. Исаченко, А. А. Шляпников. – М. : Мысль, 1989. – 504 с.

48 Исаченко, А. Г. Оптимизация природной среды [Текст] / А. Г. Исаченко. – М. : Мысль, 1980. – 264 с.

49 Исаченко, А. Г. Природа мира. Ландшафты [Текст] / А. Г. Исаченко, А. А. Шляпников. – М., 1989.

50 Ишмуратов, Б. И. Районирование в системе методов оптимизации природопользования [Текст] / Б. И. Ишмуратов // Эколого-географическое картографирование и районирование Сибири. – Новосибирск : Наука, 1990. – С. 5–20.

51 Капустянчик, С. Ю. Мониторинг сельскохозяйственных земель с использованием электронной картографии [Текст] / С. Ю. Капустянчик, Н. И. Добротворская // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2015. XI Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Дистанционные методы зондирования Земли и фотограмметрия, мониторинг окружающей среды, геоэкология» : сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 13–25 апреля 2015 г.). – Новосибирск : СГУГиТ, 2015. Т. 2. – С. 211–215.

52 Карпик, А. П. Методологические и технологические основы геоинформационного обеспечения территорий [Текст] : монография / А. П. Карпик. – Новосибирск : СГГА, 2004. – 260 с.

53 Каштанов, А. Н. Основы ландшафтно-экологического земледелия [Текст] / А. Н. Каштанов, А. П. Щербаков, Г. И. Швебс. – М. : Колос, 1994. – 126 с.

54 Каштанов, А. Н. Экологизация сельского хозяйства [Текст] / А. Н. Каштанов // Агроэкологические принципы земледелия : сб. науч. тр. / Рос. акад. с.-х. наук. – М., 1993. – С. 3–11.

55 Кирюшин, В. И. Основные принципы разработки адаптивно-ландшафтных систем земледелия [Текст] / В. И. Кирюшин // Земледелие. – 1996. – № 3. – С. 42–44.

56 Кирякина, Ю. Ю. Агроэкологическая типизация пахотных земель на основе ландшафтно-структурного анализа территории [Текст] / Ю. Ю. Кирякина, Л. М. Татаринцев // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2009. – № 9 (59). – С. 23–26.

57 Колтунов, Н. М. Эколого-ландшафтная организация территории [Текст] / Н. М. Колтунов. – М. : Родник, 1998. – 128 с.

58 Комов, Н. В. Российская модель землепользования и землеустройства [Текст] / Н. В. Комов. – М. : Колос, 2001. – 623 с.

59 Кононов, В. М. Оценка экологического состояния агроландшафтов степной зоны Южного Урала [Текст] / В. М. Кононов, Н. Д. Кононова // Известия ОГАУ. – 2018. – № 2 (70). – С. 8–11.

60 Коцур, Е. В. Анализ состояния использования земель Павлоградского муниципального района [Текст] / Е. В. Коцур // Сибирская деревня: история, современное состояние, перспективы и развития : сб. науч. тр. – Омск, 2010. Ч. 3. – С. 175–181.

61 Коцур, Е. В. Конструирование высокопродуктивных и экологически устойчивых агроландшафтов юга Омской области (на примере Павлоградского муниципального района Омской области) [Текст] / Е. В. Коцур, М. Н. Веселова // Перспективы науки – 2016 : материалы III Междунар. заочного конкурса научно-исследовательских работ. Т. 3. Естественные и технические науки / науч. ред. д.э.н., проф. А. В. Гумеров. – Казань : ООО «Рокета Союз», 2016. – С. 82–88.

62 Коцур, Е. В. Информационное обеспечение мероприятий по воспроизводству и повышению эффективности использования агроландшафтов [Текст] / Е. В. Коцур, А. В. Дубровский // Вестник СГУГиТ. – 2020. – Т. 25, № 3. – С. 229–240.

63 Коцур, Е. В. Использование ГИС-технологий как инструмента для формирования экологически устойчивого агроландшафта [Текст] / Е. В. Коцур // Вестник СГУГиТ. – 2020. – Т. 25, № 1. – С. 156–172.

64 Коцур, Е. В. Оптимизация использования агроландшафтов на основе моделирования (на примере Павлоградского муниципального района Омской области) [Текст] / Е. В. Коцур, З. Ф. Кочергина // Омский научный вестник. – 2013. – № 2 (124). – С. 135–138.

65 Коцур, Е. В. Оценка ландшафтной структуры на примере Павлоградского муниципального района Омской области [Текст] / Е. В. Коцур, З. Ф. Кочергина // Зе-

мельно-имущественные отношения: история, современное состояние, перспективы развития : сб. науч. тр. – Омск : Изд-во ИП Макшеевой Е. А., 2011. – С. 19–24.

66 Коцур, Е. В. Оценка экологического состояния агроландшафтов юга Омской области [Текст] / Е. В. Коцур, М. Н. Веселова // Актуальные вопросы в области землеустройства, кадастров и природообустройства: проблемы и перспективы развития : материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 20-летию кафедры землеустройства (13 мая 2016 г.). – Улан-Удэ, 2016. – С. 106–111.

67 Коцур, Е. В. Прикладные программы землеустройства и кадастра [Электронный ресурс] : учеб. пособие для обучающихся по направлению подготовки 21.03.02 – Землеустройство и кадастры / Е. В. Коцур, О. Н. Долматова. – Омск : ОмГАУ, 2016. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM) ; 12 см. ISBN 978-5-89764-532-9 Загл. с титул. экрана.

68 Коцур, Е. В. Применение ГИС MapInfo Professional при создании карты агроландшафтов (на примере Павлоградского муниципального района Омской области) [Текст] / Е. В. Коцур, М. Н. Веселова // Вестник ОмГАУ. – 2016. – № 2 (22). – С. 121–127.

69 Коцур, Е. В. Применение эколого-хозяйственного зонирования и типизации земель для детального учета природных особенностей агроландшафтов [Текст] / Е. В. Коцур, З. Ф. Кочергина // Реализация государственной программы развития сельского хозяйства и регулирование рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия: инновации, проблемы, перспективы : материалы II Междунар. науч.-техн. форума / Омск. гос. аграр. ун-т, 27–29 марта 2013 г. – Омск : Изд-во ФГОУ ВПО ОмГАУ, 2013. – С. 291–294.

70 Коцур, Е. В. Противоэрозионная организация использования земель сельскохозяйственных организаций: изученность проблемы [Текст] / Е. В. Коцур // Землеустройство и кадастровое обеспечение комплексного развития территорий и недвижимости : сб. науч. тр. / Ом. гос. аграр. ун-т. – Омск : Изд-во ФГОУ ВПО ОмГАУ, 2010. – С. 57–65.

71 Коцур, Е. В. Типизация земель в агроландшафтах [Текст] / Е. В. Коцур, М. Н. Веселова // Геодезия, землеустройство и кадастры: вчера, сегодня, завтра : материалы Нац. науч.-практ. конф., посвященной 95-летию землеустроительного факультета Омского ГАУ. – Омск : Изд-во ИП Макшеевой Е. А., 2017. – С. 59–64.

72 Коцур, Е. В. Учет ландшафтной структуры как основы рационализации землепользования (на примере Павлоградского муниципального района Омской области) [Текст] / Е. В. Коцур // Материалы X Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 60-летию освоения целинных и залежных земель. – Омск : Изд-во ФГОУ ВПО ОмГАУ, 2014. – С. 316–320.

73 Коцур, Е. В. Эколого-хозяйственное зонирование агроландшафтов Павлоградского муниципального района Омской области [Текст] / Е. В. Коцур, М. Н. Веселова // Омский научный вестник. – 2015. – № 2 (144). – С. 186–190.

74 Коцур, Е. В. Эколого-хозяйственное зонирование и типизация земель на территории Павлоградского муниципального района Омской области [Текст] / Е. В. Коцур, З. Ф. Кочергина // Роль и значение землеустроительной науки и образования в развитии Сибири : материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Омск, 2012. – С. 183–187.

75 Кочергина, З. Ф. Ландшафтно-экологические основы рационализации землепользования (на материалах лесостепной зоны Омской области) [Текст] : монография / З. Ф. Кочергина. – Омск : Изд-во ФГОУ ВПО ОмГАУ, 2007. – 224 с.

76 Кочергина, З. Ф. Ландшафтоведение [Текст]: учеб. пособие / З. Ф. Кочергина. – Омск : Изд-во ФГОУ ВПО ОмГАУ, 2004. – 180 с.

77 Кочергина, З. Ф. Основные положения формирования экологически устойчивого землепользования [Текст] / З. Ф. Кочергина, Е. Ю. Кочергин // Землеустроительные, кадастровые, геодезические работы для обеспечения стабильности и эффективности развития экономики России : сб. науч. тр. – Омск : Изд-во ФГОУ ВПО ОмГАУ, 2005. – С. 42–47.

78 Кочергина, З. Ф. Оценка ландшафтной структуры для целей землеустройства [Текст] : учеб. пособие / З. Ф. Кочергина, И. В. Хоречко. – Омск : Изд-во ФГОУ ВПО ОмГАУ, 2007. – 120 с.

79 Кочергина, З. Ф. Структура антропогенных ландшафтов Омской области [Текст] / З. Ф. Кочергина, А. И. Уваров // Изучение, мониторинг, оценка, геоинформационное и организационно-правовое обеспечение использования земель и земельно-имущественного комплекса : сб. науч. тр. – Омск : Изд-во ФГОУ ВПО ОмГАУ, 2006. – С. 38–47.

80 Кочуров, Б. И. Оценка эколого-хозяйственного состояния территории административного района [Текст] / Б. И. Кочуров, Ю. Г. Иванов // География и природные ресурсы. – 1987. – № 4. – С. 49–54.

81 Крюкова, Н. А. Конструирование экологически устойчивых агроландшафтов в условиях деградации земель [Текст] / Н. А. Крюкова // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2011. – № 1 (28). – С. 166.

82 Лебедев, П. П. Карты в системе мониторинга земель (СМЗ) [Текст] / П. П. Лебедев, А. П. Сизов, А. В. Донцов // Московский экономический журнал. – 2018. – № 5 (1). – С. 66–75.

83 Лисицкий, Д. В. Картографическая визуализация трехмерных моделей местности [Текст] / Д. В. Лисицкий, П. Ю. Бугаков // Вестник СГГА. – 2011. – Вып. 3 (16). – С. 81–87.

84 Лисицкий, Д. В. Концепция создания и функционирования геоинформационного пространства [Текст] / Д. В. Лисицкий, С. Ю. Кацко // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2013. IX Междунар. науч. конгр. : Пленарное заседание : сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 15–26 апреля 2013 г.). – Новосибирск : СГГА, 2013. Т. 2. – С. 72–75.

85 Лисицкий, Д. В. Назначение и особенности цифрового картографического изображения в геоинформационном картографировании [Текст] / Д. В. Лисицкий, С. Ю. Кацко // ГЕО-Сибирь-2005. Науч. конгр. : сб. материалов в 7 т. (Новосибирск, 25–29 апреля 2005 г.). – Новосибирск : СГГА, 2005. Т. 4. – С. 23–28.

86 Лисицкий, Д. В. Общность и различие понятий «цифровая модель местности», «цифровая карта» и «электронная карта» [Текст] / Д. В. Лисицкий // Совре-

менные проблемы геодезии и оптики. LI науч.-техн. конф., 16–19 апр. 2001 г. : тез. докл. – Новосибирск : СГГА, 2001. – С. 143–144.

87 Лихачев, В. А. Морфологическая структура сельскохозяйственных ландшафтов Сибири и ее формирование землеустроительными действиями [Текст] : лекция / В. А. Лихачев. – Омск : ОмСХИ, 1990. – 20 с.

88 Лобковский, В. А. Эколого-хозяйственное состояние территории и ее оценка [Текст] / В. А. Лобковский // Экология: проблемы и пути решения : сб. конф. – Пермь, 1997. – С. 76–78.

89 Лопырев, М. И. Защита земель от эрозии и охрана природы [Текст] : учеб. пособие для вузов / М. И. Лопырев, Е. И. Рябов. – М. : Агропромиздат, 1989. – 240 с.

90 Лопырев, М. И. Основы агроландшафтоведения [Текст] : учеб. пособие / М. И. Лопырев. – Воронеж : Изд-во ВГУ, 1995. – 184 с.

91 Методика применения ГИС MapInfo в агролесомелиоративном картографировании [Текст] / А. С. Рулев, О. Ю. Кошелева, А. В. Кошелев, О. В. Рулева // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. – 2013. – № 2 (30). – С. 8–13.

92 Миленина, Е. М. Эколого-мелиоративное состояние агроландшафтов степной и лесостепной зон Западной Сибири и условия их оптимизации (на примере агроландшафтов Омского Прииртышья) [Текст] : дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.02 / Миленина Елена Михайловна. – Омск, 2004. – 205 с.

93 Мильков, Ф. М. Сельскохозяйственные ландшафты, их специализация и классификация [Текст] / Ф. М. Мильков // Вопросы географии. – 1984. – № 124. – С. 24–34.

94 Мильков, Ф. Н. Человек и ландшафты. Очерки антропогенного ландшафтоведения [Текст] / Ф. Н. Мильков. – М. : Мысль, 1973. – 224 с.

95 Мищенко, Л. Н. Особенности почв пахотного фонда Омской области и их антропогенная эволюция [Текст] / Л. Н. Мищенко, Ю. А. Азаренко // Проблемы рационального использования малоплодородных земель : материалы Междунар.

науч.-практ. конф. (г. Омск, 28–29 апреля 2009 г.) / РАСХН. Сиб. отд-ние. Сиб-НИИСХ. – Омск, 2009. – 252 с.

96 Мыларщиков, А. М. Систематизация методов оценки антропогенного воздействия на окружающую среду [Электронный ресурс] / А. М. Мыларщиков // Интернет-журнал «Науковедение». – 2012. – № 3. – Режим доступа: http://naukovedenie.ru/.

97 Николаев, В. А. Ландшафтоведение [Текст] / В. А. Николаев. – М. : Изд-во МГУ, 2000. – 154 с.

98 О почвенно-географическом (земельно-кадастровом) зонировании территории Омской области [Электронный ресурс] : решение областного Совета народных депутатов от 15.07.1993 № 133. – Доступ из справочно-правовой системы «Гарант».

99 Орлова, И. В. Функциональное зонирование земель сельскохозяйственного назначения для целей сбалансированного природопользования [Текст] / И. В. Орлова // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 5 (ч. 4). – С. 783–788.

100 Папаскири, Т. В. О концепции цифрового землеустройства [Текст] / Т. В. Папаскири // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. – 2018. – № 11. – С. 5–11.

101 Постолов, В. Д. Землеустройство как механизм повышения ресурсного потенциала ландшафтных систем в экологизированном землепользовании [Текст] / В. Д. Постолов // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. – 2010. – № 11. – С. 31–35.

102 Постолов, В. Д. Конструирование агроландшафтов как способ повышения экологической устойчивости землепользования [Текст] / В. Д. Постолов, В. А. Темнышова, В. В. Лютова // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2013. – № 2. – С. 351–354.

103 Почвенно-экологическое микрорайонирование и типология земель как основа формирования ландшафтно-адаптивных систем земледелия [Текст] /

Ю. П. Качков, О. Ф. Башкинцева, Е. Е. Давыдик, А. Ф. Черныш, В. М. Яцухно // Природные ресурсы. – 2012. – № 1. – С. 38–45.

104 Проблемы почвенного плодородия Омской области [Текст] / под общ. ред. В. П. Рарова. – Омск : ФГБУ «ЦАС "Омский"», 2012. – 288 с.

105 Проект Концепция «Цифровое сельское хозяйство» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://ama.spbgau.ru/proekt-koncepciya-cifrovoe-selskoe-hozyajstvo.

106 Проект ЮниДата «Платформа управления данными» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.tadviser.ru/a/373915.

107 Разработка геоинформационной основы системы адаптивно-ландшафтного земледелия [Текст] / Н. И. Добротворская, В. А Середович, А. В. Дубровский, Е. С. Орлова // ГЕО-Сибирь-2011. VII Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 19–29 апреля 2011 г.). – Новосибирск : СГГА, 2011. Т. 3, ч. 2. – С. 125–131.

108 Рейнгард, Я. Р. Агроэкологическая оценка почвенного покрова и районирование территории Омской области [Текст] / Я. Р. Рейнгард, О. В. Нежевляк. – Омск : Изд-во ФГОУ ВПО ОмГАУ, 2008. – 98 с.

109 Рейнгард, Я. Р. Деградация почв экосистем юга Западной Сибири [Текст] : монография / Я. Р. Рейнгард. – Лодзь, Польша, 2009. – 636 с.

110 Рейнгард, Я. Р. История изучения почв и эрозионно-дефляционных исследований в Омской области [Текст] / Я. Р. Рейнгард // Национальные приоритеты России. – 2015. – № 2 (16). – С. 105–111.

111 Рейнгард, Я. Р. Состояние, использование и охрана почв Омской области [Текст] : монография / Я. Р. Рейнгард, В. А. Махт, В. Н. Осинцева. – Омск, 2011. – 100 с.

112 Сенная, Е. И. Геоинформационная обработка данных в процессе обзорного ландшафтно-экологического картографирования [Текст] / Е. И. Сенная // Научные ведомости БелГУ. Сер.: Естественные науки. – 2011. – № 21 (116), вып. 17. – С. 119–127.

113 Система земледелия Красноярского края на ландшафтной основе [Электронный ресурс] : руководство. – Режим доступа: http://agrohim-24-3.ucoz.ru/load/sistema_zemledelija_krasnojarskogo_kraja.

114 Солнцев, В. Н. Учение о ландшафте. Избранные труды [Текст] / В. Н. Солнцев. – М. : МГУ, 2001. – 120 с.

115 Сулин, М. А. Основы землеустройства [Текст] : учеб. пособие / М. А. Сулин. – СПб.: Лань, 2002. – 128 с.

116 Трубина, Л. К. Геоинформационные системы [Текст] : метод. указания / Л. К. Трубина, О. Г. Быкова. – Новосибирск : СГГА, 2002. – 31 с.

117 Удачин, С. А. Научные основы землеустройства [Текст] / С. А. Удачин. – М. : Колос, 1965. – 271 с.

118 Функциональная подсистема «Электронный атлас земель сельскохозяйственного назначения» (ФП АЗСН) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://atlas.mcx.ru.

119 Хусаинов, А. Стимулирование проведения работ по внутрихозяйственному землеустройству в Белгородской области [Текст] / А. Хусаинов // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2015. – № 3. – С. 8–10.

120 Цифровая экономика Российской Федерации [Электронный ресурс] : распоряжение Правительства Российской Федерации от 28.07.2017 № 1632-р [по состоянию на 15.10.2018]. – Режим доступа: http://www.consultant.ru, свободный. – Загл. с экрана.

121 Цифровизация в сельском хозяйстве: технологические и экономические барьеры в России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.crn.ru/news/detail.php?ID=121765.

122 Цифровые технологии приходят в сельское хозяйство [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://sk.ru/news/b/pressreleases/archive/20-18/02/21/cifrovye-tehnologii-prihodyat-v-selskoe-hozyaystvo.aspx.

123 Чешев, А. С. Основы землепользования и землеустройства [Текст] / А. С. Чешев, В. Ф. Вальков. – Ростов н/Д. : Изд. центр «МарТ», 2002. – 544 с.

124 Чупахин, В. М. Ландшафты и землеустройство [Текст] / В. М. Чупахин, М. В. Андришин. – М. : Агропромиздат, 1989. – 255 с.

125 Чупахин, В. М. Основы ландшафтоведения [Текст] / В. М. Чупахин. – М. : Агропромиздат, 1987. – 168 с.

126 Щербаков, А. П. Ландшафтный подход в земледелии [Текст] / А. П. Щербаков, Г. И. Швебс // Земледелие. – 1992. – № 6. – С. 14–16.

127 Эрозия и дефляция почв Омской области [Текст] : монография / Я. Р. Рейнгард, С. Л. Петуховский, Л. М. Рейнгард, С. В. Долженко. – Омск : Вариант-Омск, 2013. – 354 с.

128 Юртаев, А. А. Агроландшафтные исследования: теория и практика [Текст] / А. А. Юртаев // Научные ведомости БелГУ. Сер.: Естественные науки. – 2011. – № 15 (110), вып. 16. – С. 217–221.

129 Юшкевич, Л. В. Экология земельных ресурсов [Текст] / Л. В. Юшкевич, И. В. Хоречко, А. В. Литвинова. – Омск : Изд-во ФГБОУ ВПО ОмГАУ, 2015. – 115 с.

130 Яцухно, В. М. Формирование агроландшафтов и охрана природной среды [Текст] / В. И. Яцухно, Ю. Э. Мандер. – Минск : Ин-т геол. наук АБН, 1995. – 122 с.

131 Automated Thematic Contours Border Registration as an example of Digital Soil Map for Novosibirsk Region and Creation of Analytical Information Retrieval System for the Development of Agribusiness Clusters of Siberia [Text] / K. S. Baykov, Ya. G. Poshivaylo, V. N. Nikitin, N. A. Shergunova, S. V. Solovev, A. A. Zverev, Yu. V. Chernenko // ISPRS WG IV/2 Workshop “Global Geospatial Information and High Resolution Global Land Cover/Land Use Mapping”, April 21, 2015. – Novosibirsk, 2015. – P. 72–79.

132 Chelaru, D. The analysis of agricultural landscape change using GIS techniques. Case study: Podoleni, Romania [Text] / D. Chelaru, A. Ursu, F.C. Mihai // Lucrări tiinifice Seria Agronomie. – 2011. – № 1, Vol. 54. – P. 73–76.

133 Elements of Geoinformation Support of Natural Resource Management System [Text] / A. V. Dubrovsky, I. T. Antipov, A. I. Kalenitsky, A. P. Guk // International

Journal of Advanced Biotechnology and Research (IJBR). – 2018. – Vol. 9, Issue 1. – P. 1185–1202.

134 Environmental and economic problems related to rationalizing the use of agricultural lands in the Irtysh land [Text] / I. Khorechko, Y. Rogatnev, M. Veselova, T. Filippova, E. Kotsur // International Journal of GEOMATE. – 2019. – № 17, Vol. 61. – P. 248–256.

135 Forman, R. T. Landscape ecology [Text] / R. T. Forman, M. Godron. – N. Y. : Wiley, 1986.

136 GIS as a tool for creating a global geographic information platform for digital transformation of agriculture [Text] / E. V. Kotsur, M. N. Veselova, A. V. Dubrovskiy, V. N. Moskvin, Yu. S. Yusova // Journal of Physics: Conference Series. – 2019. – Vol. 1399. – P. 1–5.

137 Goleusov, P. Soil development in anthropogenically disturbed forest-steppe landscapes [Text] / P. Goleusov, F. Lisetskii // Eurasian Soil Science. – 2008. – V. 41, № 13. – P. 1480–1486.

138 Karpik, A. P. Research and practical trends in geospatial sciences [Text] / A. P. Karpik, I. A. Musikhin // ISPRS – International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. – 2016. – T. XLI – B6. – P. 177–184.

139 Kotsur, E. Creation and use of the module "Sustainable agrolandscape" in the framework of the digital transformation of agriculture [Text] / E. Kotsur, N. Kapitulina, Yu. Yusova // Proceedings of the International Scientific and Practical Conference “Digital agriculture – development strategy”. – 2019. – Vol. 167 – P. 93–97.

140 Morgan, R. P. Soil Erosion. Longman [Text] / R. P. Morgan. – N. Y., 1979. – 103 p.

141 Odum, E. P. Ecology [Text] / E. P. Odum. – Holt London, 1971. – 152 p.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(обязательное)

ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЧВЕННЫХ РАЗНОСТЕЙ ПАВЛОГРАДСКОГО МУНИЦИПАЛЬНОГО РАЙОНА ОМСКОЙ ОБЛАСТИ

Название почвенной разности	Номер	Условия залегания	Площадь, га
Чернозем обыкновенный маломощный малогумусный	1	Плоская равнина	1 246,97
Чернозем обыкновенный слабодефлированный маломощный малогумусный	2	Плоская равнина	1 365,12
Чернозем обыкновенный среднемощный малогумусный	3	Плоская равнина	12 864,95
Чернозем обыкновенный слабодефлированный среднемощный малогумусный	4	Плоская равнина	13 296,29
Чернозем обыкновенный среднедефлированный среднемощный малогумусный	5	Плоская равнина	4 058,37
Чернозем обыкновенный слабосмытый среднемощный малогумусный	6	Пологие склоны	467,51
Чернозем обыкновенный слабодефлированный среднемощный среднегумусный	7	Плоская равнина	4 647,67
Чернозем обыкновенный среднемощный малогумусный в сочетании от 10 до 25 % с черноземом выщелоченным маломощным малогумусным	8	Плоская равнина	31,77
Чернозем обыкновенный слабодефлированный среднемощный малогумусный в сочетании от 10 до 25 % с черноземом солончаковатым слабодефлированным маломощным малогумусным	9	Плоская равнина	2 455,99
Чернозем обыкновенный среднемощный малогумусный в комплексе от 10 до 25 % с солонцом лугово-черноземным средним	10	Плоская равнина	177,99
Чернозем обыкновенный слабодефлированный среднемощный малогумусный в сочетании от 10 до 25 % с черноземом обыкновенным слабодефлированным маломощным малогумусным	11	Плоская равнина	917,19
Чернозем обыкновенный слабодефлированный среднемощный среднегумусный в комплексе от 10 до 25 % с солонцом лугово-черноземным средним	12	Плоская равнина	441,20
Чернозем обыкновенный карбонатный маломощный малогумусный	13	Слабопониженные участки равнины	181,56
Чернозем обыкновенный карбонатный слабодефлированный маломощный малогумусный	14	Слабопониженные участки равнины	690,91
Чернозем обыкновенный карбонатный маломощный среднегумусный	15	Слабопониженные участки равнины	5 365,28
Чернозем обыкновенный карбонатный слабодефлированный маломощный среднегумусный	16	Слабопониженные участки равнины	126,50
Чернозем обыкновенный карбонатный среднемощный малогумусный	17	Слабопониженные участки равнины	777,17

Название почвенной разности	Номер	Условия залегания	Площадь, га
Чернозем обыкновенный карбонатный слабодефлированный среднемощный малогумусный	18	Слабопониженные участки равнины	446,82
Чернозем обыкновенный карбонатный среднемощный среднегумусный	19	Слабопониженные участки равнины	1 648,63
Чернозем обыкновенный карбонатный слабодефлированный среднемощный среднегумусный	20	Слабопониженные участки равнины	1 473,37
Чернозем обыкновенный карбонатный маломощный среднегумусный в комплексе от 10 до 25 % с солонцом лугово-черноземным мелким	21	Слабопониженные участки равнины	59,52
Чернозем обыкновенный карбонатный маломощный среднегумусный в комплексе от 10 до 25 % с солонцом лугово-черноземным средним	22	Слабопониженные участки равнины	34,62
Чернозем обыкновенный карбонатный среднемощный среднегумусный в сочетании от 10 до 25 % с черноземом карбонатным маломощным среднегумусным	23	Слабопониженные участки равнины	2 600,91
Чернозем обыкновенный карбонатный слабодефлированный среднемощный среднегумусный в комплексе от 10 до 25 % с солонцом лугово-черноземным средним	24	Слабопониженные участки равнины	427,71
Чернозем обыкновенный солонцеватый маломощный малогумусный	25	Слабопониженные участки равнины	47,51
Чернозем обыкновенный солонцеватый среднемощный малогумусный	26	Слабопониженные участки равнины	53,19
Чернозем обыкновенный солончаковатый слабодефлированный маломощный малогумусный	27	Слабоволнистая равнина	9 831,80
Чернозем обыкновенный солончаковатый слабодефлированный среднемощный малогумусный	28	Слабоволнистая равнина	30 888,08
Чернозем обыкновенный солончаковатый слабодефлированный среднемощный среднегумусный	29	Слабоволнистая равнина	2 896,66
Чернозем обыкновенный солончаковатый маломощный среднегумусный в комплексе от 10 до 25 % с солонцом лугово-черноземным мелким	30	Слабоволнистая равнина	149,36
Чернозем выщелоченный среднемощный малогумусный	31	Слабоволнистая равнина	159,15
Чернозем выщелоченный слабодефлированный среднемощный малогумусный	32	Слабоволнистая равнина	76,46
Лугово-черноземная маломощная малогумусная	33	Слабопониженная равнина	2 691,87
Лугово-черноземная слабодефлированная маломощная малогумусная	34	Слабопониженная равнина	893,70
Лугово-черноземная среднедефлированная маломощная малогумусная	35	Слабопониженная равнина	484,65
Лугово-черноземная слабосмытая маломощная малогумусная	36	Пологие склоны	131,55
Лугово-черноземная слабодефлированная среднемощная малогумусная	37	Слабопониженная равнина	5 449,78
Лугово-черноземная маломощная малогумусная в комплексе от 10 до 25 % с солонцом лугово-черноземным мелким	38	Слабопониженная равнина	88,19

Название почвенной разности	Номер	Условия залегания	Площадь, га
Лугово-черноземная маломощная малогумусная в комплексе от 10 до 25 % с солонцом лугово-черноземным средним	39	Слабопониженная равнина	729,20
Лугово-черноземная маломощная малогумусная в комплексе от 10 до 25 % с солодью лугово-степной типичной	40	Слабопониженная равнина	346,89
Лугово-черноземная карбонатная маломощная малогумусная	41	Слабопониженная равнина	317,08
Лугово-черноземная карбонатная слабодефлированная маломощная малогумусная	42	Слабопониженная равнина	9 326,56
Лугово-черноземная карбонатная среднедефлированная маломощная малогумусная	43	Слабопониженная равнина	183,79
Лугово-черноземная карбонатная маломощная среднегумусная	44	Слабопониженная равнина	401,16
Лугово-черноземная карбонатная слабодефлированная маломощная среднегумусная	45	Слабопониженная равнина	1 162,99
Лугово-черноземная карбонатная среднемощная малогумусная	46	Слабопониженная равнина	4 696,69
Лугово-черноземная карбонатная слабодефлированная среднемощная малогумусная	47	Слабопониженная равнина	5 990,52
Лугово-черноземная карбонатная слабодефлированная среднемощная среднегумусная	48	Слабопониженная равнина	5 735,91
Лугово-черноземная солонцеватая маломощная малогумусная	49	Пониженные участки	46,92
Лугово-черноземная солонцеватая маломощная среднегумусная	50	Пониженные участки	1 287,00
Лугово-черноземная солонцеватая слабодефлированная среднемощная малогумусная	51	Пониженные участки	205,02
Лугово-черноземная солончаковатая маломощная малогумусная	52	Слабопониженная равнина	4 927,47
Лугово-черноземная слабодефлированная солончаковатая маломощная малогумусная	53	Слабопониженная равнина	25 330,25
Лугово-черноземная среднедефлированная солончаковатая маломощная малогумусная	54	Слабопониженная равнина	500,34
Лугово-черноземная солончаковатая среднемощная малогумусная	55	Слабопониженная равнина	4 251,61
Лугово-черноземная солончаковатая слабодефлированная среднемощная малогумусная	56	Слабопониженная равнина	42 026,26
Лугово-черноземная солончаковатая маломощная малогумусная в комплексе от 10 до 25 % с солонцом лугово-черноземным мелким	57	Слабопониженная равнина	50,36
Лугово-черноземная солончаковатая маломощная малогумусная в комплексе от 10 до 25 % с солонцом лугово-черноземным средним	58	Слабопониженная равнина	130,48
Лугово-черноземная солончаковатая маломощная малогумусная в комплексе от 10 до 25 % с солонцом лугово-черноземным глубоким	59	Слабопониженная равнина	67,46

Название почвенной разности	Номер	Условия залегания	Площадь, га
Лугово-черноземная солончаковатая слабодефлированная среднемощная малогумусная в сочетании от 10 до 25 % с лугово-черноземной солончаковатой слабодефлированной маломощной малогумусной	60	Слабопониженная равнина	7 233,08
Лугово-черноземная солончаковая слабосмытая маломощная малогумусная	61	Пониженные участки	499,85
Лугово-черноземная солончаковая среднедефлированная маломощная малогумусная	62	Пониженные участки	354,68
Лугово-черноземная солончаковая слабодефлированная маломощная малогумусная	63	Пониженные участки	1 729,72
Лугово-черноземная солончаковая среднедефлированная среднемощная малогумусная	64	Пониженные участки	362,54
Лугово-черноземная солончаковая маломощная малогумусная в комплексе от 10 до 25 % с солонцом лугово-черноземным солончаковым мелким	65	Пониженные участки	277,85
Черноземно-луговая маломощная малогумусная	66	Пониженные участки	815,61
Черноземно-луговая слабодефлированная маломощная малогумусная	67	Пониженные участки	820,72
Черноземно-луговая маломощная среднегумусная	68	Пониженные участки	312,84
Черноземно-луговая карбонатная маломощная малогумусная	69	Пониженные участки	297,08
Черноземно-луговая карбонатная слабодефлированная маломощная малогумусная	70	Пониженные участки	191,16
Черноземно-луговая солончаковатая маломощная малогумусная	71	Пониженные участки	465,09
Луговая маломощная малогумусная	72	Пониженные участки	667,44
Луговая маломощная малогумусная в комплексе от 10 до 25 % с солонцом черноземно-луговым средним	73	Пониженные участки	186,38
Луговая карбонатная маломощная среднегумусная	74	Пониженные участки	128,65
Луговая солончаковая маломощная среднегумусная	75	Пониженные участки	261,38
Солончак луговой	76	Сильнопониженные участки	487,15
Солонец лугово-черноземный корковый	77	Пониженные участки	172,35
Солонец лугово-черноземный корковый в комплексе от 10 до 25 % с солонцом лугово-черноземным мелким	78	Пониженные участки	88,53
Солонец лугово-черноземный солончаковый корковый	79	Пониженные участки	221,14
Солонец лугово-черноземный мелкий	80	Слабопониженная равнина	500,50
Солонец лугово-черноземный солончаковый мелкий	81	Слабопониженная равнина	450,50
Солонец лугово-черноземный солончаковый мелкий в комплексе от 10 до 25 % с солонцом лугово-черноземным корковым	82	Слабопониженная равнина	383,25

Название почвенной разности	Номер	Условия залегания	Площадь, га
Солонец лугово-черноземный солончаковый мелкий в комплексе от 10 до 25% с солодью луговой мелкодерновой темной	83	Слабопониженная равнина	405,42
Солонец черноземно-луговой мелкий	84	Пониженные участки	441,61
Солонец черноземно-луговой солончаковый мелкий	85	Пониженные участки	316,00
Солонец черноземно-луговой мелкий в комплексе от 10 до 25 % с солонцом черноземно-луговым солончаковым корковым	86	Пониженные участки	553,55
Солонец лугово-черноземный средний	87	Слабопониженная равнина	1 128,03
Солонец черноземно-луговой средний	88	Пониженные участки	532,55
Солонец лугово-черноземный средний в комплексе от 10 до 25 % с солонцом лугово-черноземным мелким	89	Слабопониженная равнина	592,28
Солонец лугово-черноземный солончаковый средний в комплексе от 10 до 25 % с солонцом лугово-черноземным солончаковым мелким	90	Слабопониженная равнина	889,21
Солонец лугово-черноземный глубокий	91	Слабопониженная равнина	688,04
Солонец лугово-черноземный глубокий в комплексе от 10 до 25 % с солонцом лугово-черноземным мелким	92	Слабопониженная равнина	106,46
Солонец лугово-черноземный глубокий в комплексе от 10 до 25 % с солонцом лугово-черноземным средним	93	Слабопониженная равнина	119,59
Солодь лугово-степная типичная	94	Западины	4 556,14
Солодь лугово-степная мелкодерновая темная	95	Западины	378,23
Солодь лугово-степная среднедерновая темная	96	Западины	156,79
Солодь луговая мелкодерновая темная	97	Западины на пониженной равнине	545,63
Солодь лугово-болотная среднедерновая темная	98	Западины на пониженной равнине	15,50
Болотная	99	Пониженные участки	1 273,43

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
(обязательное)

КЛАССИФИКАЦИЯ АГРОЛАНДШАФТОВ ПАВЛОГРАДСКОГО МУНИЦИПАЛЬНОГО РАЙОНА ОМСКОЙ ОБЛАСТИ

Классы	Подклассы	Виды	Характеристика компонентов						
			рельеф	почвы	растительность	проявление негативных процессов			
						заболачивание	засоление	эрозия	дефляция
Агроланд-шафт	I-А полевой на неогеновой озерно-аллювиальной равнине слабодренированный	I-А-а полевой плоскоравнинный на черноземах	Плоская равнина	2, 4, 7	Агроценозы	нет	нет	нет	слаб.
				1, 3	Агроценозы	нет	нет	нет	нет
				5	Агроценозы	нет	нет	нет	средн.
				11	Агроценозы	нет	нет	нет	слаб.
				8	Агроценозы	нет	нет	нет	нет
		I-А-б полевой плоскоравнинный на черноземах в комплексе с солонцом и с черноземом солончаковым	Плоская равнина	12	Агроценозы	нет	слаб.	нет	нет
				10	Агроценозы	нет	слаб.	нет	слаб.
				9	Агроценозы	нет	средн.	нет	слаб.
		I-А-в полевой равнинный на солонцах и солонцах в комплексе с солодью	Слабопониженная равнина	91	Агроценозы	нет	средн.	нет	слаб.
				89	Агроценозы	нет	средн.	нет	слаб.
				80	Агроценозы	нет	сильн.	нет	слаб.
				83	Агроценозы	нет	средн.	нет	слаб.
		I-А-г полевой равнинный на лугово-черноземной солончаковой, солончаковатой, в комплексе с солонцом	Слабопониженная равнина	59, 58	Агроценозы	нет	сильн.	нет	нет
				53, 56	Агроценозы	нет	сильн.	нет	слаб.
				52, 55	Агроценозы	нет	сильн.	нет	нет
				60	Агроценозы	нет	средн.	нет	слаб.

Классы	Подклассы	Виды	Характеристика компонентов						
			рельеф	почвы	растительность	проявление негативных процессов			
						заболачивание	засоление	эрозия	дефляция
		I-А-д полевой равнинный на лугово-черноземной и лугово-черноземной карбонатной	Слабопони-женная равнина	47, 48	Агроценозы	нет	нет	нет	слаб.
				46	Агроценозы	нет	нет	нет	нет
				37	Агроценозы	нет	нет	нет	сред
		I-А-е полевой на понижениях на лугово-черноземных солонцеватых почвах	Пониженные участки	49	Агроценозы	нет	слаб.	нет	нет
				51	Агроценозы	нет	слаб.	нет	слаб.
		I-А-ж полевой на понижениях на лугово-черноземных солончаковатых почвах	Пониженные участки	62, 63	Агроценозы	нет	средн.	нет	слаб.
				65	Агроценозы	нет	средн.	нет	нет
		I-А-з полевой на понижениях на солонцах черноземно-луговых	Пониженные участки	88	Агроценозы	нет	сильн.	нет	нет
		I-А-и полевой на понижениях на черноземно-луговых солончаковых почвах	Пониженные участки	71	Агроценозы	слаб.	средн.	нет	нет
		I-А-к полевой на пологих склонах на черноземах обыкновенных	Пологие склоны	6	Агроценозы	нет	нет	слаб.	нет
		I-А-л полевой на западинах на солодях лугово-степных	Западины	96	Агроценозы	слаб.	средн.	нет	нет
				94	Агроценозы	слаб.	средн.	нет	нет
				95	Агроценозы	слаб.	средн.	нет	нет

Классы	Подклассы	Виды	Характеристика компонентов						
			рельеф	почвы	растительность	проявление негативных процессов			
						заболачивание	засоление	эрозия	дефляция
		I-А-м полевой волнистый равнинный на черноземах	Слабоволнистая равнина	31	Агроценозы	нет	нет	нет	нет
				32	Агроценозы	нет	нет	нет	слаб.
				27,28,29	Агроценозы	нет	средн.	нет	слаб.
		I-А-н полевой волнистый равнинный на черноземах солонцеватых	Слабопониженные участки равнины	26	Агроценозы	нет	слаб.	нет	слаб.
		I-А-о полевой волнистый равнинный на черноземах карбонатных	Слабоповышенные участки равнины	13, 15, 17, 19, 23	Агроценозы	нет	нет	нет	нет
				14, 20	Агроценозы	нет	нет	нет	слаб.
				22, 24	Агроценозы	нет	средн.	нет	слаб.
	II-А полевой долинный слабодренированный	II-А-а полевой волнистый равнинный на черноземах карбонатных	Слабоповышенные участки равнины	20	Агроценозы	нет	нет	нет	слаб.
				19	Агроценозы	нет	нет	нет	нет
		II-А-б полевой равнинный на лугово-черноземных почвах	Слабопониженная равнина	37	Агроценозы	нет	нет	нет	слаб.
				45, 44, 48	Агроценозы	нет	нет	нет	слаб.
		II-А-в полевой равнинный на солонцах лугово-черноземных солончаковатых	Слабопониженная равнина	90	Агроценозы	нет	сильн.	нет	слаб.
				82	Агроценозы	нет	сильн.	нет	нет

Классы	Подклассы	Виды	Характеристика компонентов						
			рельеф	почвы	растительность	проявление негативных процессов			
						заболачивание	засоление	эрозия	дефляция
		II-А-г полевой на понижениях на солонцах черноземно-луговых солончаковатых и лугово-черноземных	Пониженные участки	88	Агроценозы	нет	сильн.	нет	нет
		II-А-д полевой на понижениях на луговых и лугово-черноземных солончаковатых почвах	Пониженные участки	74,	Агроценозы	средн.	нет	нет	нет
				52, 55, 56, 61	Агроценозы	нет	средн.	нет	нет
		II-А-е полевой на пологих склонах на лугово-черноземных солончаковатых почвах	Пологие склоны	36	Агроценозы	нет	средн.	слаб.	нет
		II-А-ж полевой волнисто-равнинный на черноземах карбонатных	Слабопониженные участки равнины	16	Агроценозы	нет	нет	нет	слаб.
	III-А полевой равнинный слабодренированный	III-А-а полевой равнинный на луговых и черноземно-луговых почвах	Пониженные участки	67	Агроценозы	средн.	нет	нет	слаб.
				66	Агроценозы	средн.	нет	нет	нет
		III-А-б полевой на понижениях на лугово-черноземных солонцеватых почвах	Пониженные участки	50, 62, 64	Агроценозы	нет	слаб.	нет	слаб.

Классы	Подклассы	Виды	Характеристика компонентов						
			рельеф	почвы	растительность	проявление негативных процессов			
						заболачивание	засоление	эрозия	дефляция
		III-А-в полевой равнинный на лугово-черноземных почвах	Слабопониженная равнина	47	Агроценозы	нет	нет	нет	слаб.
				34, 37	Агроценозы	нет	нет	нет	слаб.
				35	Агроценозы	нет	нет	нет	средн.
				43	Агроценозы	нет	нет	нет	средн.
				33, 39	Агроценозы	нет	слаб.	нет	нет
				38	Агроценозы	нет	слаб.	нет	нет
		III-А-г полевой волнистый равнинный на лугово-черноземных солончаковатых почвах	Слабопониженная равнина	54	Агроценозы	нет	средн.	нет	средн.
				52, 53, 56	Агроценозы	нет	средн.	нет	слаб.
		III-А-д полевой равнинный на солонцах лугово-черноземных	Слабопониженная равнина	87	Агроценозы	нет	средн.	нет	слаб.
				80	Агроценозы	нет	сильн.	нет	слаб.
	IV-А полевой плоско равнинный дренированный	IV-А-а полевой равнинный на лугово-черноземных солончаковатых почвах	Слабопониженная равнина	52, 53, 55, 56	Агроценозы	нет	средн.	нет	слаб.
		IV-А-б полевой равнинный на солонцах лугово-черноземных	Слабопониженная равнина	87	Агроценозы	нет	средн.	нет	слаб.
		IV-А-в полевой равнинный на черноземно-луговых и черноземно-луговых карбонатных почвах	Слабопониженная равнина	42, 46, 47, 48	Агроценозы	нет	нет	нет	слаб.
				33, 37	Агроценозы	нет	нет	нет	средн.

Классы	Подклассы	Виды	Характеристика компонентов						
			рельеф	почвы	растительность	проявление негативных процессов			
						заболачивание	засоление	эрозия	дефляция
		IV-А-г полевой на понижениях на черноземно-луговых карбонатных почвах	Пониженные участки	69	Агроценозы	слаб.	слаб.	нет	нет
				70	Агроценозы	слаб.	слаб.	нет	слаб.
		IV-А-д полевой на понижениях на солонцах лугово-черноземных и черноземно-луговых	Пониженные участки	88	Агроценозы	слаб.	сильн.	нет	нет
	I-Б лугово-пастбищный на неогеновой озерно-аллювиальной равнине слабо дренированный	I-Б-а лугово-пастбищный на понижениях на солонцах лугово-черноземных и черноземно-луговых	Пониженные участки	77	Полынно-житняковая, разнотравно-злаково-осочковая	нет	сильн.	нет	нет
				78	Разнотравно-вострецово-типчаковая	нет	сильн.	нет	нет
				86	Разнотравно-вострецово-типчаковая	слаб.	сильн.	нет	нет
				84	Разнотравно-осочково-злаковая	слаб.	сильн.	нет	нет
		I-Б-б лугово-пастбищный на понижениях на луговых солончаковатых и лугово-черноземных солонцеватых почвах	Пониженные участки	49	Разнотравно-злаково-осоковая	нет	слаб.	нет	нет
				75	Разнотравно-злаково-осоковая	средн.	сильн.	нет	нет
		I-Б-в лугово-пастбищный на понижениях на солончаках луговых	Сильнопониженные участки	76	Рудерально-полынная	сильн.	сильн.	нет	нет

Классы	Подклассы	Виды	Характеристика компонентов						
			рельеф	почвы	растительность	проявление негативных процессов			
						заболачивание	засоление	эрозия	дефляция
		I-Б-г лугово-пастбищный плоскоравнинный на черноземах	Плоская равнина	2, 4, 7	Разнотравно-злаково-типчаковая, разнотравно-осочково-типчаковая, злаково-рудеральная	нет	нет	нет	слаб.
				1, 3	Разнотравно-злаково-типчаковая, разнотравно-осочково-типчаковая, злаково-рудеральная ковыльно-типчаковая	нет	нет	нет	нет
				10	Разнотравно-осочково-типчаковая, рудерально-злаково-вострецовая	нет	слаб.	нет	нет
		I-Б-д лугово-пастбищный равнинный на солонцах лугово-черноземных и лугово-черноземных солончаковых	Слабопониженная равнина	91	Разнотравно-злаково-типчаковая, разнотравно-злаково-осочковая, полынно-типчаковая, злаково-полынно-рудеральная	нет	средн.	нет	нет
				80	Разнотравно-злаково-типчаковая, разнотравно-злаково-осочковая, полынно-типчаковая, злаково-полынно-рудеральная	нет	сильн.	нет	нет
				87	Разнотравно-злаково-типчаковая, разнотравно-злаково-осочковая, полынно-типчаковая, злаково-полынно-рудеральная	нет	средн.	нет	нет
				81	Полынно-злаково-вострецовая, полынно-типчаковая	нет	сильн.	нет	нет
				92, 93	Разнотравно-злаково-типчаковая, разнотравно-злаково-осочковая, полынно-типчаковая	нет	средн.	нет	нет

Классы	Подклассы	Виды	Характеристика компонентов						
			рельеф	почвы	растительность	проявление негативных процессов			
						заболачивание	засоление	эрозия	дефляция
				89	Разнотравно-злаково-типчаковая, разнотравно-злаково-осочковая, полынно-типчаковая	нет	сильн.	нет	нет
				83	Полынно-злаково-вострецовая, полынно-типчаковая	нет	сильн.	нет	нет
		I-Б-е лугово-пастбищный равнинный на лугово-черноземных почвах	Слабопониженная равнина	37	Разнотравно-мятликово-типчаковая, полынно-вострецово-злаковая, разнотравно-осочково-типчаковая, рудерально-злаково-вострецовая	нет	нет	нет	слаб.
				33	Разнотравно-мятликово-типчаковая, полынно-вострецово-злаковая, разнотравно-осочково-типчаковая, рудерально-злаково-вострецовая	нет	нет	нет	нет
				40	Разнотравно-кострецово-злаковые	нет	слаб.	нет	нет
		I-Б-ж лугово-пастбищный равнинный на лугово-черноземных солончаковатых почвах	Слабопониженная равнина	56	Разнотравный типчак, рудерально-полынно-злаковая, разнотравно-полынно-злаковые	нет	средн.	нет	слаб.
				55, 52	Разнотравный типчак, рудерально-полынно-злаковая, разнотравно-полынно-злаковые	нет	средн.	нет	нет
				57, 58	Разнотравный типчак, рудерально-полынно-злаковая, разнотравно-полынно-злаковые	нет	средн.	нет	нет
		I-Б-з лугово-пастбищный равнинный на чернозе-мах карбонатных	Слабовышенные участки равнины	21, 24	Разнотравно-осочково-типчаковая, разнотравно-пырейно-мятликовая	нет	слаб.	нет	нет
				30	Разнотравно-осочково-типчаковая, разнотравно-пырейно-мятликовая	нет	слаб.	нет	нет
				23	Разнотравно-осочково-типчаковая	нет	нет	нет	нет

Классы	Подклассы	Виды	Характеристика компонентов						
			рельеф	почвы	растительность	проявление негативных процессов			
						заболачивание	засоление	эрозия	дефляция
		I-Б-и лугово-пастбищный волнисто равнинный на черноземах солонцеватых	Слабопониженные участки равнины	25, 26	Разнотравно-пырейно-мятликовая	нет	средн.	нет	нет
		I-Б-к лугово-пастбищный на западинах на солодях лугово-степных	Западины	94	Разнотравно-пырейная, разнотравно-пырейно-осоковая, разнотравно-злаково-лисохвостая	слаб.	средн.	нет	нет
				95, 96	Разнотравно-пырейная, разнотравно-пырейно-осоковая, рудерально-злаково-полевицевая	слаб.	средн.	нет	нет
		I-Б-л лугово-пастбищный волнисто-равнинный на черноземах солончаковатых	Слабоволнистая равнина	27, 28	Рудерально-злаково-вострецовая	нет	слаб.	нет	слаб.
		I-Б-м лугово-пастбищный волнисто-равнинный на черноземах карбонатных	Слабовышенные участки равнины	15, 17, 18, 19, 20	Разнотравно-злаково-типчаковая, разнотравно-осочково-типчаковая, злаково-рудеральная	нет	нет	нет	нет
		I-Б-н лугово-пастбищный волнисто-равнинный на солодях луговых и лугово-болотных	Западины на пониженной равнине	97	Рогозово-осоковая	сильн.	средн.	нет	нет

Классы	Подклассы	Виды	Характеристика компонентов						
			рельеф	почвы	растительность	проявление негативных процессов			
						заболачивание	засоление	эрозия	дефляция
	II-Б лугово-пастбищный долинный слабодренированный	II-Б-а лугово-пастбищный волнисто-равнинный на солодях лугово-болотных	Западины на пониженной равнине	98	Рогозово-осоковая, крупнотравно-пырейно-осоковая	сильн.	средн.	нет	нет
		II-Б-б лугово-пастбищный равнинный на солонцах лугово-черноземных солончаковых	Слабопониженная равнина	90	Полынно-злаково-вострецовая, полынно-типчаковая, злаково-полынно-рудеральная	нет	сильн.	нет	нет
				82	Полынно-злаково-вострецовая, полынно-типчаковая, злаково-полынно-рудеральная	нет	сильн.	нет	нет
				87	Разнотравно-злаково-осочковая, полынно-типчаковая	нет	средн.	нет	нет
		II-Б-в лугово-пастбищный равнинный на лугово-черноземных карбонатных почвах	Слабопониженная равнина	44, 45	Разнотравно-злаковая, разнотравно-осочково-типчаковая, рудерально-злаково-вострецовая	нет	нет	нет	нет
		II-Б-г лугово-пастбищный на западинах на солодях лугово-степных	Западины	95	Разнотравно-пырейная, рудерально-злаково-полевицевая	нет	средн.	нет	нет
		II-Б-д лугово-пастбищный на понижениях на солончаках луговых	Сильнопониженные участки	76	Рудерально-полынная	сильн.	сильн.	нет	нет

Классы	Подклассы	Виды	Характеристика компонентов						
			рельеф	почвы	растительность	проявление негативных процессов			
						заболачивание	засоление	эрозия	дефляция
		II-Б-е лугово-пастбищный на понижениях на солонцах, солонцах черноземно-луговых и лугово-черноземных солончаковых	Пониженные участки	85	Разнотравно-осочково-злаковая	слаб.	сильн.	нет	нет
				79	Разнотравно-осочково-злаковая	нет	сильн.	нет	нет
				88	Разнотравно-осочково-злаковая	нет	сильн.	нет	нет
		II-Б-ж лугово-пастбищный волнисто-равнинный на черноземах карбонатных	Слабоповышенные участки равнины	19, 20	Разнотравно-осочково-типчаковая, разнотравно-злаково-типчаковая, разнотравно-пырейно-осоковая, разнотравно-злаково-кострецовая	нет	нет	нет	нет
		II-Б-з лугово-пастбищный волнисто-равнинный на солодях луговых	Западины на пониженной равнине	97	Рогозово-осоковая	нет	средн.	нет	нет
	III-Б лугово-пастбищный равнинный слабодренированный	III-Б-а лугово-пастбищный на понижениях на луговых и черноземно-луговых почвах	Пониженные участки	72	Разнотравно-пырейно-осоковая, разнотравно-злаково-осоковая	слаб.	нет	нет	нет
				66	Разнотравно-пырейно-осоковая, разнотравно-пырейно-мятликовая	слаб.	нет	нет	нет
				67	Разнотравно-пырейно-осоковая, разнотравно-пырейно-мятликовая	слаб.	нет	нет	слаб.
		III-Б-б лугово-пастбищный на понижениях на лугово-черноземных солонцеватых почвах	Пониженные участки	50	Разнотравно-пырейно-мятликовая, разнотравно-пырейная	нет	средн.	нет	нет

Классы	Подклассы	Виды	Характеристика компонентов						
			рельеф	почвы	растительность	проявление негативных процессов			
						заболачивание	засоление	эрозия	дефляция
		III-Б-в лугово-пастбищный равнинный на лугово-черноземных почвах	Слабопониженная равнина	33	Разнотравно-злаковая, разнотравно-пырейно-осоковая, разнотравно-злаково-кострецовая рудерально-злаково-вострецовая	нет	нет	нет	нет
				37	Разнотравно-мятликово-типчаковая, рудерально-злаково-вострецовая	нет	нет	нет	слаб.
				38, 39	Разнотравно-мятликово-типчаковая	нет	слаб.	нет	нет
		III-Б-г лугово-пастбищный равнинный на лугово-черноземных солончаковатых почвах	Слабопониженная равнина	53, 56	Разнотравный типчак, рудерально-полынно-злаковая, разнотравно-полынно-злаковая	нет	средн.	нет	нет
		III-Б-д лугово-пастбищный равнинный на солонцах лугово-черноземных	Слабопониженная равнина	80	Разнотравно-злаково-полынная, разнотравно-злаково-осочковая, злаково-полынно-рудеральная	нет	сильн.	нет	нет
				87	Разнотравно-злаково-полынная, разнотравно-злаково-осочковая, злаково-полынно-рудеральная	нет	средн.	нет	нет
	IV-Б лугово-пастбищный плоскоравнинный дренированный	IV-Б-а лугово-пастбищный на понижениях на лугово-вых и черноземно-луговых почвах	Пониженные участки	72, 73	Разнотравно-пырейно-осоковая, разнотравно-злаково-осоковая, разнотравно-осоково-канареечная	средн.	нет	нет	нет
				68	Разнотравно-пырейно-осоковая, разнотравно-пырейно-мятликовая	слаб.	нет	нет	нет
				69	Разнотравно-пырейно-осоковая, разнотравно-пырейно-мятликовая	слаб.	нет	нет	нет
				70	Разнотравно-пырейно-осоковая, разнотравно-пырейно-мятликовая	слаб.	нет	нет	слаб.

Классы	Подклассы	Виды	Характеристика компонентов						
			рельеф	почвы	растительность	проявление негативных процессов			
						заболачивание	засоление	эрозия	дефляция
		IV-Б-б лугово-пастбищный на понижениях на лугово-черноземных карбонатных почвах	Пониженные участки	41,46	Разнотравно-пырейно-осоковая, разнотравно-злаково-кострецовая	нет	нет	нет	нет
		IV-Б-в лугово-пастбищный равнинный на лугово-черноземных солончаковатых почвах	Слабопониженная равнина	52, 55	Разнотравный типчак, рудерально-полынно-злаковая, разнотравно-полынно-злаковые	нет	слаб.	нет	нет
				53	Разнотравный типчак, рудерально-полынно-злаковая, разнотравно-полынно-злаковая	нет	слаб.	нет	слаб.
		IV-Б-г лугово-пастбищный равнинный на лугово-черноземных почвах	Слабопониженная равнина	33	Разнотравно-мятликово-типчаковая, разнотравно-злаково-вейниковая, разнотравно-злаково-кострецовая, рудерально-злаково-вострецовая	нет	нет	нет	нет
		IV-Б-д лугово-пастбищный на западинах на солодях лугово-степных	Западины	94	Разнотравно-полынно-пырейная, разнотравно-пырейная, осоково-злаковые	нет	средн.	нет	нет

ПРИЛОЖЕНИЕ В
(обязательное)
ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ВИДОВ АГРОЛАНДШАФТОВ

Виды	Оценка негативных природных и антропогенных факторов, баллы					Экологическое состояние
	заболачивание	засоление	эрозия	дефляция	всего баллов	
I-А-а полевой плоскоравнинный на черноземах	0	0	0	2	2	слабой ЭН
I-А-б полевой плоскоравнинный на черноземах в комплексе с солонцом и с черноземом солончаковым	0	2	0	1	3	слабой ЭН
I-А-в полевой равнинный на солонцах и солонцах в комплексе с солодью	0	5	0	1	6	средней ЭН
I-А-г полевой равнинный на лугово-черноземной солончаковой, солончаковатой в комплексе с солонцом	0	5	0	1	6	средней ЭН
I-А-д полевой равнинный на лугово-черноземной и лугово-черноземной карбонатной	0	0	0	2	2	слабой ЭН
I-А-е полевой на понижениях на лугово-черноземных солонцеватых почвах	0	1	0	1	2	слабой ЭН
I-А-ж полевой на понижениях на лугово-черноземных солончаковатых почвах	0	2	0	1	3	слабой ЭН
I-А-з полевой на понижениях на солонцах черноземно-луговом	0	5	0	0	5	средней ЭН
I-А-и полевой на понижениях на черноземно-луговых солончаковых почвах	1	2	0	0	3	слабой ЭН
I-А-к полевой на пологих склонах на черноземах обыкновенных	0	0	1	0	1	удовлетворительное
I-А-л полевой на западинах на солодях лугово-степных	1	2	0	0	3	слабой ЭН
I-А-м полевой волнисто-равнинный на черноземах	0	2	0	1	3	слабой ЭН
I-А-н полевой волнисто-равнинный на черноземах солонцеватых	0	1	0	1	2	слабой ЭН
I-А-о полевой волнисто-равнинный на черноземах карбонатных	0	2	0	1	3	слабой ЭН
II-А-а полевой волнисто-равнинный на черноземах карбонатных	0	0	0	1	1	удовлетворительное
II-А-б полевой равнинный на лугово-черноземных почвах	0	0	0	1	1	удовлетворительное
II-А-в полевой равнинный на солонцах лугово-черноземных	0	5	0	1	6	средней ЭН
II-А-г полевой на понижениях на солонцах черноземно-луговых солончаковатых и лугово-черноземных	0	5	0	0	5	средней ЭН
II-А-д полевой на понижениях на луговых и лугово-черноземных солончаковатых почвах	2	2	0	0	4	средней ЭН

Виды	Оценка негативных природных и антропогенных факторов, баллы					Экологическое состояние
	заболачивание	засоление	эрозия	дефляция	всего баллов	
II-А-е полевой на пологих склонах на лугово-черноземных солончаковатых почвах	0	2	1	0	3	слабой ЭН
II-А-ж полевой волнисто-равнинный на черноземах карбонатных	0	0	0	1	1	удовлетворительное
III-А-а полевой равнинный на луговых и черноземно-луговых почвах	2	0	0	1	3	слабой ЭН
III-А-б полевой на пониженных участках на лугово-черноземных солонцеватых почвах	0	1	0	1	2	слабой ЭН
III-А-в полевой равнинный на лугово-черноземных почвах и в комплексе с солонцом лугово-черноземным	0	1	0	2	3	слабой ЭН
III-А-г полевой волнисто-равнинный на лугово-черноземных солончаковатых почвах	0	2	0	2	4	средней ЭН
III-А-д полевой равнинный на солонцах лугово-черноземных	0	5	0	1	6	средней ЭН
IV-А-а полевой равнинный на лугово-черноземных солончаковатых почвах	0	2	0	1	3	слабой ЭН
IV-А-б полевой равнинный на солонцах лугово-черноземных	0	2	0	1	3	слабой ЭН
IV-А-в полевой равнинный на черноземно-луговых и черноземно-луговых карбонатных почвах	0	0	0	2	2	слабой ЭН
IV-А-г полевой на понижениях на черноземно-луговых карбонатных почвах	1	1	0	1	3	слабой ЭН
IV-А-д полевой на понижениях на солонцах лугово-черноземных и черноземно-луговых	1	5	0	0	6	средней ЭН
I-Б-а лугово-пастбищный на понижениях на солонцах лугово-черноземных и черноземно-луговых	1	5	0	0	6	средней ЭН
I-Б-б лугово-пастбищный на понижениях на луговых солончаковатых и лугово-черноземных солонцеватых почвах	2	5	0	0	6	средней ЭН
I-Б-в лугово-пастбищный на сильнопониженных участках на солончаках луговых	5	5	0	0	10	сильной ЭН
I-Б-г лугово-пастбищный плоскоравнинный на черноземах	0	1	0	1	2	слабой ЭН
I-Б-д лугово-пастбищный равнинный на солонцах лугово-черноземных и лугово-черноземных солончаковых	0	5	0	0	5	средней ЭН
I-Б-е лугово-пастбищный равнинный на лугово-черноземных почвах	0	1	0	1	2	слабой ЭН
I-Б-ж лугово-пастбищный равнинный на лугово-черноземных солончаковатых почвах	0	2	0	1	3	слабой ЭН
I-Б-з лугово-пастбищный равнинный на черноземах карбонатных	0	1	0	0	1	удовлетворительное
I-Б-и лугово-пастбищный волнисто-равнинный на черноземах солонцеватых	0	2	0	0	2	слабой ЭН
I-Б-к лугово-пастбищный на западинах на солодях лугово-степных	1	2	0	0	3	слабой ЭН
I-Б-л лугово-пастбищный волнисто-равнинный на черноземах солончаковатых	0	1	0	1	2	слабой ЭН
I-Б-м лугово-пастбищный волнисто-равнинный на черноземах карбонатных	0	0	0	0	0	удовлетворительное
I-Б-н лугово-пастбищный волнисто-равнинный на солодях луговых и лугово-болотных	5	2	0	0	7	средней ЭН

Виды	Оценка негативных природных и антропогенных факторов, баллы					Экологическое состояние
	заболачивание	засоление	эрозия	дефляция	всего баллов	
II-Б-а лугово-пастбищный волнисто-равнинный на солодях лугово-болотных	5	2	0	0	7	средней ЭН
II-Б-б лугово-пастбищный равнинный на солонцах лугово-черноземных солончаковых	0	5	0	0	5	средней ЭН
II-Б-в лугово-пастбищный равнинный на лугово-черноземных карбонатных почвах	0	0	0	0	0	удовлетворительное
II-Б-г лугово-пастбищный на западинах на солодях лугово-степных	0	2	0	0	2	слабой ЭН
II-Б-д лугово-пастбищный на сильнопониженных участках на солончаках луговых	5	5	0	0	10	сильной ЭН
II-Б-е лугово-пастбищный на понижениях на солонцах, солонцах черноземно-луговых и лугово-черноземных солончаковых	1	5	0	0	6	средней ЭН
II-Б-ж лугово-пастбищный волнисто-равнинный на черноземах карбонатных	0	0	0	0	0	удовлетворительное
II-Б-з лугово-пастбищный волнисто-равнинный на солодях луговых	0	2	0	0	2	слабой ЭН
III-Б-а лугово-пастбищный на понижениях на луговых и черноземно-луговых почвах	1	0	0	1	2	слабой ЭН
III-Б-б лугово-пастбищный на понижениях на лугово-черноземных солонцеватых почвах	0	2	0	0	2	слабой ЭН
III-Б-в лугово-пастбищный равнинный на лугово-черноземных почвах	0	1	0	1	2	слабой ЭН
III-Б-г лугово-пастбищный равнинный на лугово-черноземных солончаковатых почвах	0	2	0	0	2	слабой ЭН
III-Б-д лугово-пастбищный равнинный на солонцах лугово-черноземных	0	5	0	0	5	средней ЭН
IV-Б-а лугово-пастбищный на понижениях на луговых и черноземно-луговых почвах	2	0	0	1	3	слабой ЭН
IV-Б-б лугово-пастбищный на понижениях на лугово-черноземных карбонатных почвах	0	0	0	0	0	удовлетворительное
IV-Б-в лугово-пастбищный равнинный на лугово-черноземных солончаковатых почвах	0	1	0	1	2	слабой ЭН
IV-Б-г лугово-пастбищный равнинный на лугово-черноземных почвах	0	0	0	0	0	удовлетворительное
IV-Б-д лугово-пастбищный на западинах на солодях лугово-степных	0	2	0	0	2	слабой ЭН

ПРИЛОЖЕНИЕ Г
(обязательное)
ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЛЕВЫХ ВИДОВ АГРОЛАНДШАФТОВ ПО БАЛЛУ БОНИТЕТА И УРОЖАЙНОСТИ

Подкласс	Вид	Балл бонитета	Урожайность, ц/га
I -А полевой на плоской равнине со слабыми повышениями и понижениями Неогеновая озерно-аллювиальная равнина	I-А-а	76	20,3
	I-А-б	71	18,9
	I-А-в	36	9,6
	I-А-г	61	16,3
	I-А-д	74	19,7
	I-А-е	65	17,3
	I-А-ж	70	18,7
	I-А-з	43	11,5
	I-А-и	60	16,0
	I-А-к	84	22,4
	I-А-л	34	9,1
	I-А-м	72	19,2
	I-А-н	69	18,4
	I-А-о	69	18,4
	среднее значение по виду	63	16,8
II-А полевой на слабоповышенной и слабопо-ниженной равнине Алаботинская долина	II-А-а	79	21,1
	II-А-б	76	20,3
	II-А-в	37	9,9
	II-А-г	32	8,5
	II-А-д	62	16,5
	II-А-е	74	19,7
	II-А-ж	68	18,1
	среднее значение по виду	61	16,3

Подкласс	Вид	Балл бонитета	Урожайность, ц/га
III-А полевой на слабоповышенной и слабопо- ниженной равнине Южный равнинно степной (Ишимская степь)	III-А-а	64	17,1
	III-А-б	63	16,8
	III-А-в	67	17,9
	III-А-г	71	18,9
	III-А-д	46	12,3
	среднее значение по виду	62	16,6
IV-А полевой на слабоповышенной и слабопо- ниженной равнине Прииртышская плоская равнина	IV-А-а	71	18,9
	IV-А-б	56	14,9
	IV-А-в	54	14,4
	IV-А-г	57	15,2
	IV-А-д	35	9,3
	среднее значение по виду	55	14,5

ПРИЛОЖЕНИЕ Д
(обязательное)
ХАРАКТЕРИСТИКА ЛУГОВО-ПАСТБИЩНЫХ ВИДОВ АГРОЛАНДШАФТОВ
ПО БАЛЛУ БОНИТЕТА И ПРОДУКТИВНОСТИ

Подкласс	Вид	Балл бонитета	Продуктивность, ц.корм.ед./га
I-Б лугово-пастбищный на плоской равнине с понижен-ными участками и западинами Неогеновая озерно-аллювиальная равнина	I-Б-а	28	2,1
	I-Б-б	57	4,3
	I-Б-в	35	2,7
	I-Б-г	78	5,9
	I-Б-д	36	2,7
	I-Б-е	72	5,5
	I-Б-ж	73	5,6
	I-Б-з	72	5,5
	I-Б-и	69	5,3
	I-Б-к	27	2,1
	I-Б-л	71	5,4
	I-Б-м	73	5,6
	I-Б-н	30	2,3
	среднее значение по виду	55	4,2
II-Б лугово-пастбищный на понижениях и западинах Алаботинская долина	II-Б-а	33	2,5
	II-Б-б	38	2,9
	II-Б-в	68	5,2
	II-Б-г	33	2,5
	II-Б-д	35	2,7
	II-Б-е	29	2,2
	II-Б-ж	78	5,9
	II-Б-з	33	2,5
	среднее значение по виду	43	3,3

Подкласс	Вид	Балл бонитета	Продуктивность, ц.корм.ед./га
III-Б лугово-пастбищный на понижениях Южный равнинно-степной	III-Б-а	65	5,0
	III-Б-б	63	4,8
	III-Б-в	62	4,7
	III-Б-г	71	5,4
	III-Б-д	34	2,6
	среднее значение по виду	59	4,5
IV-Б лугово-пастбищный на понижениях и западинах Прииртышская плоская равнина	IV-Б-а	56	4,3
	IV-Б-б	73	5,6
	IV-Б-в	72	5,5
	IV-Б-г	66	5,0
	IV-Б-д	20	1,5
	среднее значение по виду	57	4,4

ПРИЛОЖЕНИЕ Е
(обязательное)
ТИПИЗАЦИЯ ЗЕМЕЛЬ В АГРОЛАНДШАФТАХ

Типы земель	Группы агроландшафта	Виды агроландшафта	Балл бонитета	Урожайность, ц, ц/к.ед.	Негативные процессы				Экологическое состояние
					заболачивание	засоление	эрозия	дефляция	
I Земли, пригодные под пашню	1 Полевые равнинные без проявления негативных процессов	I-Б-м	73	5,6	-	-	-	-	удовлетворительное
		II-Б-ж	78	5,9	-	-	-	-	удовлетворительное
	2 Полевые равнинные слабо, среднедефлированные	I-А-а	76	20,3	-	-	-	средн.	слабой ЭН
		I-А-д	74	19,7	-	-	-	средн.	слабой ЭН
		II-А-а	79	21,1	-	-	-	слаб.	удовлетворительное
		II-А-б	76	20,3	-	-	-	слаб.	удовлетворительное
		II-А-ж	68	18,1	-	-	-	слаб.	удовлетворительное
	3 Полевые равнинные слабо, среднезасоленные	I-Б-з	72	5,5	-	слаб.	-	-	удовлетворительное
		III-Б-г	71	5,4	-	средн.	-	-	слабой ЭН
		I-Б-и	69	5,3	-	средн.	-	-	слабой ЭН
	4 Полевые равнинные слабо, среднезасоленные и слабо, среднедефлированные	I-А-б	71	18,9	-	средн.	-	слаб.	слабой ЭН
		I-А-м	72	19,2	-	средн.	-	слаб.	слабой ЭН
		I-А-о	69	18,4	-	средн.	-	слаб.	слабой ЭН
		IV-А-а	71	18,9	-	средн.	-	слаб.	слабой ЭН
		III-А-в	67	17,9	-	слаб.	-	средн.	слабой ЭН
		I-А-н	69	18,4	-	слаб.	-	слаб.	слабой ЭН
		I-Б-г	78	5,9	-	слаб.	-	слаб.	слабой ЭН

Типы земель	Группы агроландшафта	Виды агроландшафта	Балл бонитета	Урожайность, ц, ц/к.ед.	Негативные процессы				Экологическое состояние
					заболачивание	засоление	эрозия	дефляция	
		I-Б-е	72	5,5	-	слаб.	-	слаб.	слабой ЭН
		IV-Б-в	72	5,5	-	слаб.	-	слаб.	слабой ЭН
		I-Б-л	71	5,4	-	слаб.	-	слаб.	слабой ЭН
		I-Б-ж	73	5,6	-	средн.	-	слаб.	слабой ЭН
	5 Полевые равнинные среднезаболоченные и слабодефлированные	III-А-а	64	17,1	средн.	-	-	слаб.	слабой ЭН
	7 Полевые на понижениях без проявления негативных процессов	IV-Б-б	73	5,6	-	-	-	-	удовлетворительное
	8 Полевые на понижениях слабозаболоченные, слабо, среднезасоленные и слабодефлированные	I-А-и	60	16,0	слаб.	средн.	-	-	слабой ЭН
		I-А-е	65	17,3	-	слаб.	-	слаб.	слабой ЭН
		I-А-ж	70	18,7	-	средн.	-	слаб.	слабой ЭН
		III-А-б	63	16,8	-	слаб.	-	слаб.	слабой ЭН
	10 Полевые на пологих склонах слабоэродированные среднезасоленные	II-А-е	74	19,7	-	средн.	слаб.	-	слабой ЭН
	11 Полевые на пологих склонах слабоэродированные	I-А-к	84	22,4	-	-	слаб.	-	удовлетворительное
II Земли, пригодные под пашню, требующие специальной агротехники	9 Полевые на понижениях среднезаболоченные среднезасоленные	II-А-д	62	16,5	средн.	средн.	-	-	средней ЭН
III Земли, пригодные под пашню после улучшения	6 Полевые равнинные средне, сильнозасоленные и слабо, среднедефлированные	III-А-г	71	18,9	-	средн.	-	средн.	средней ЭН
		I-А-г	61	16,3	-	сильн.	-	слаб.	средней ЭН
IV Земли, пригодные под кормовые угодья	12 Лугово-пастбищные равнинные без проявления или со слабым проявлением негативных процессов	IV-Б-г	66	5,0	-	-	-	-	удовлетворительное
		II-Б-в	68	5,2	-	-	-	-	удовлетворительное
		III-Б-в	62	4,7	-	слаб.	-	слаб.	слабой ЭН

Типы земель	Группы агроландшафта	Виды агроландшафта	Балл бонитета	Урожайность, ц, ц/к.ед.	Негативные процессы				Экологическое состояние
					заболачивание	засоление	эрозия	дефляция	
	13 Лугово-пастбищные равнинные среднедефлированные	IV-А-в	54	14,4	-	-	-	средн.	слабой ЭН
	15 Лугово-пастбищные равнинные среднезаболоченные, среднезасоленные и слабодефлированные	IV-А-б	56	14,9	-	средн.	-	слаб.	слабой ЭН
		IV-Б-а	56	4,3	средн.	-	-	слаб.	слабой ЭН
		II-Б-з	33	2,5	-	средн.	-	-	слабой ЭН
		III-Б-а	65	5,0	слаб.	-	-	слаб.	слабой ЭН
	18 Лугово-пастбищные на понижениях слабозаболоченные слабо, среднезасоленные слабодефлированные	IV-А-г	57	15,2	слаб.	слаб.	-	слаб.	слабой ЭН
		III-Б-б	63	4,8	-	средн.	-	-	слабой ЭН
	19 Лугово-пастбищные на западинах слабо, среднезаболоченные среднезасоленные	I-А-л	34	9,1	слаб.	средн.	-	-	слабой ЭН
		I-Б-к	33	2,5	слаб.	средн.	-	-	слабой ЭН
		II-Б-г	33	2,5	-	средн.	-	-	слабой ЭН
		IV-Б-д	33	2,5	-	средн.	-	-	слабой ЭН
V Земли, пригодные под кормовые угодья после улучшения	14 Лугово-пастбищные равнинные средне, сильнозасоленные слабодефлировнные	I-А-в	36	9,6	-	сильн.	-	слаб.	средней ЭН
		III-А-д	46	12,3	-	сильн.	-	слаб.	средней ЭН
		II-А-в	37	9,9	-	сильн.	-	слаб.	средней ЭН
		I-Б-д	36	2,7	-	сильн.	-	-	средней ЭН
		III-Б-д	34	2,6	-	сильн.	-	-	средней ЭН
	16 Лугово-пастбищные равнинные средне, сильнозаболоченные средне, сильнозасоленные	I-Б-б	57	4,3	средн.	сильн.	-	-	средней ЭН
		I-Б-н	30	2,3	сильн.	средн.	-	-	средней ЭН
		II-Б-а	33	2,5	сильн.	средн.	-	-	средней ЭН

Типы земель	Группы агроландшафта	Виды агроландшафта	Балл бонитета	Урожайность, ц, ц/к.ед.	Негативные процессы				Экологическое состояние
					заболачивание	засоление	эрозия	дефляция	
	17 Лугово-пастбищные на понижениях слабозаболоченные средне, сильнозасоленные	II-Б-б	38	2,9	-	сильн.	-	-	средней ЭН
		I-А-з	43	11,5	-	сильн.	-	-	средней ЭН
		II-А-г	32	8,5	-	сильн.	-	-	средней ЭН
		IV-А-д	35	9,3	слаб.	сильн.	-	-	средней ЭН
		I-Б-а	28	2,1	слаб.	сильн.	-	-	средней ЭН
		II-Б-е	29	2,2	слаб.	сильн.	-	-	средней ЭН
VI Земли, пригодные под кормовые угодья после проведения сложных гидротехнических мелиораций	20 Лугово-пастбищные на сильно пониженных участках сильнозаболоченные сильнозасоленные	I-Б-в	35	2,7	сильн.	сильн.	-	-	сильной ЭН
		II-Б-д	35	2,7	сильн.	сильн.	-	-	сильной ЭН