

На правах рукописи

Коцур Елена Вильевна



Разработка методики формирования экологически  
устойчивого агроландшафта на основе ГИС-технологий

25.00.26 – Землеустройство, кадастр и мониторинг земель

Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата  
технических наук

Новосибирск – 2020

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Сибирский государственный университет геосистем и технологий» (СГУГиТ).

Научный руководитель – кандидат технических наук, доцент  
Дубровский Алексей Викторович.

Официальные оппоненты:

Басова Ирина Анатольевна, доктор технических наук, доцент, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тульский государственный университет», заведующая кафедрой геоинженерии и кадастра;

Дорош Михаил Петрович, кандидат технических наук, администрация Мошковского района Новосибирской области, заместитель главы администрации.

Ведущая организация – федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тюменский индустриальный университет» (г. Тюмень).

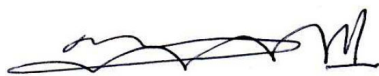
Защита состоится 24 декабря 2020 г. в 12-00 на заседании диссертационного совета Д 212.251.04 при ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет геосистем и технологий» по адресу: 630108, Новосибирск, ул. Плахотного, 10, ауд. 402.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет геосистем и технологий»:  
<https://sgugit.ru/science-and-innovations/dissertation-councils/dissertations/kotsur-elena-vilevna/>

Автореферат разослан 30 октября 2020 г.

И. о. ученого секретаря

диссертационного совета



Татаренко Валерий Иванович

Изд. лиц. ЛР № 020461 от 04.03.1997.

Подписано в печать 21.10.2020. Формат 60 × 84 1/16.

Печ. л. 1,0. Тираж 100 экз. Заказ 127.

Редакционно-издательский отдел СГУГиТ

630108, Новосибирск, Плахотного, 10.

Отпечатано в картопечатной лаборатории СГУГиТ

630108, Новосибирск, Плахотного, 8.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

*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., Зятковой 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 сельскохозяйственного 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 вы-

сокопродуктивных 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.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

*Во введении* изложена актуальность темы исследования, обозначены цели и задачи, объект и предмет исследования, выявлены научная новизна и практическая значимость, указаны сведения об апробации, а также определены научные положения, выносимые на защиту.

*В первом разделе* диссертации рассмотрены понятие, структура и классификация агроландшафтов, изучено влияние антропогенных и природных процессов на экологическое состояние агроландшафтов, определена необходимость организации использования земель в агроландшафтах на ландшафтно-экологической основе, проанализированы мнения и передовые результаты исследований ученых по данному вопросу, освещены вопросы применения геоинформационных технологий при формировании экологически устойчивых агроландшафтов.

В результате сделаны следующие выводы. 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.

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

для предотвращения проявления негативных процессов в результате неправильного использования. Для поддержания агроландшафтов в устойчивом состоянии и определения классификационной принадлежности путей оптимизации необходимо проводить их оценку. При этом подход к оценке состояния агроландшафтов должен быть ландшафтно-экологическим. Организация территории на ландшафтно-экологической основе имеет конечной целью создание условий для эффективного использования земель и предотвращения их деградации путем формирования экологически устойчивых агроландшафтов для повышения продуктивности и получения высококачественной сельскохозяйственной продукции. Для этого необходимо использовать дифференциацию территории с выделением зон с одинаковыми ландшафтно-экологическими условиями для устройства территории по определенным частям агроландшафта, к которым адаптируют систему ведения хозяйства, земледелия, природоохранные мероприятия, на основе формирования экологически однородных участков.

В данной работе для эффективного землепользования предлагается выделение эколого-хозяйственных зон на основе типизации, выполненной по ведущему компоненту, влияющему на экологическое равновесие определенной территории. При выделении типов земель предлагается учитывать группы земель, сформированные по пригодности к использованию под пашню или кормовые угодья, т. е. в качестве основных оцениваются две составляющие: природная и экономическая. Типизация является основой для дальнейшей дифференциации территории при проведении ЭХЗ по разработанной в процессе диссертационных исследований методике. Данное зонирование, основанное на слиянии подходов агроландшафтного и эколого-хозяйственного зонирования, учитывает результаты оценки ландшафтно-экологического состояния агроландшафтов, выполняемые ими функции и их производительную способность.

Формирование экологически устойчивых агроландшафтов невозможно без применения геоинформационных технологий, которые формируют ландшафтно-экологическую информационную базу. Также геоинформационные техноло-

гии являются незаменимым инструментом создания глобальной информационной платформы как основы цифровой трансформации сельского хозяйства.

*Во втором разделе диссертации* представлена методика ЭХЗ территории на основе геоинформационных технологий и результаты ее апробации на землях сельскохозяйственного назначения Павлоградского микрорайона Омской области (Павлоградского м. р-на Омской обл.).

Суть предложенного зонирования 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. На рисунке 1 представлена разработанная в процессе исследований технологическая схема проведения ЭХЗ.

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 за основу берут различные таксоны, в данной методике это группы земель в агроландшафте по пригодности к использованию под пашню или кормовые угодья. Типизация проводится в два этапа: подготовительный и основной.

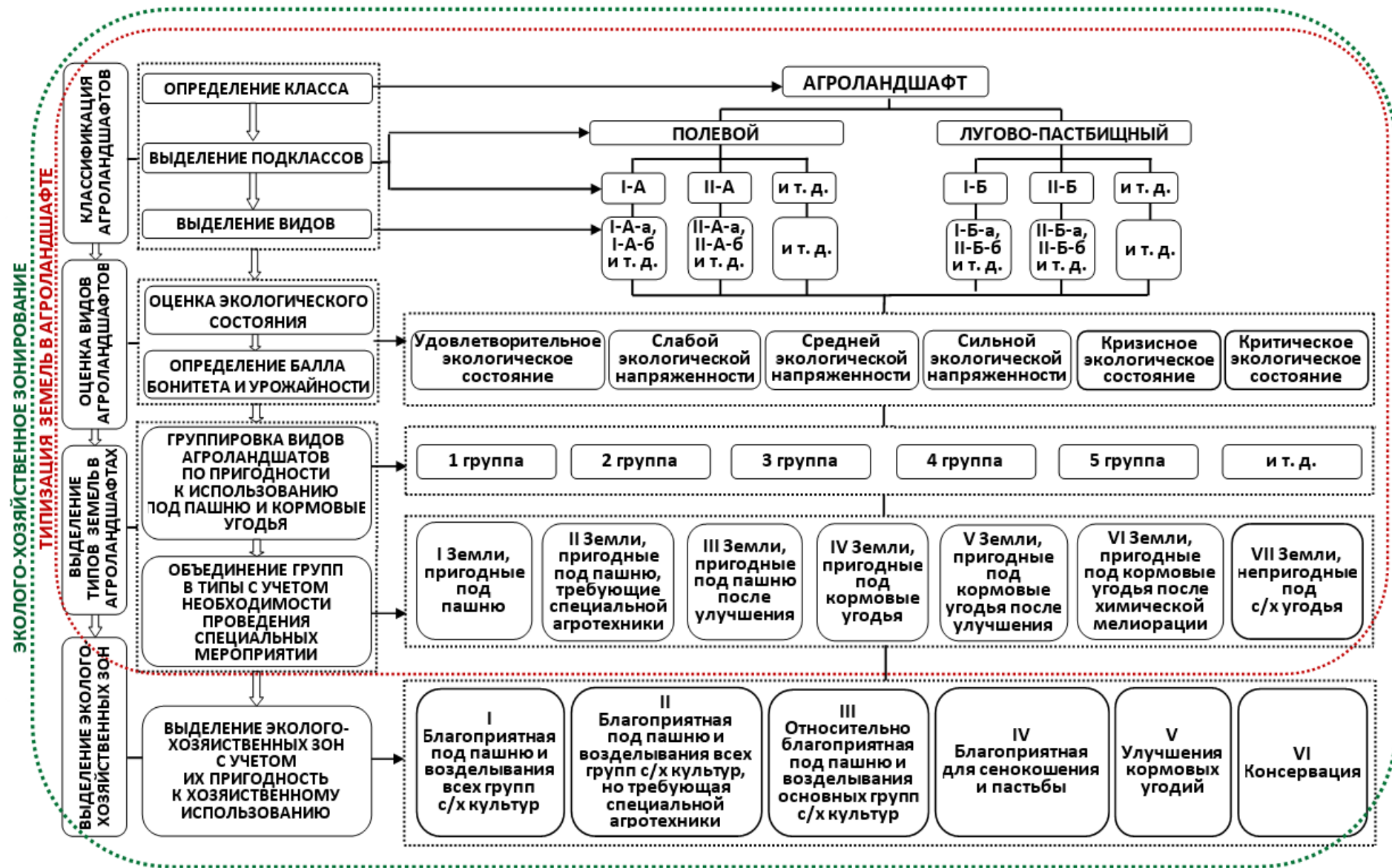


Рисунок 1 – Технологическая схема проведения ЭХЗ

В подготовительный этап входит классификация агроландшафтов и экологическая оценка выделенных в процессе классификации видов агроландшафтов. Основным этапом включает в себя группировку видов агроландшафтов по пригодности к использованию под пашню или кормовые угодья и выделение типов земель в агроландшафтах.

При проведении классификации из класса «агроландшафт» по типу хозяйственной деятельности выделяются полевые и лугово-пастбищные подклассы. При этом используется прием выделения значимых ландшафтообразующих компонентов с учетом мезоформ рельефа – границ геоморфологических районов. Название подклассов агроландшафта дается по преобладающим мезоформам рельефа. Римскими цифрами обозначаются геоморфологические районы (I, II, III, IV и т. д.), заглавными буквами – (А) полевой и (Б) лугово-пастбищный подклассы. Далее, на основании критерия однородности рельефа и почв, в каждом подклассе выделяются виды агроландшафта (I-A-a, I-A-б, I-Б-a, I-Б-б и т. д.). Название видам агроландшафта дается по формам рельефа и типам почв (например, I-A-a – полевой плоскоравнинный на черноземах).

Для определения экологического состояния агроландшафта в разрезе выделенных видов проводится экологическая оценка сельскохозяйственного угодья. Каждый отдельно взятый вид оценивается по степени проявления негативных процессов. Экологическое состояние видов агроландшафта определяется по методике, разработанной на кафедре землеустройства ФГБОУ ВО Омский ГАУ, с применением сравнительного метода исследования и материалов почвенных обследований. По данной методике в зависимости от степени проявления негативных процессов выделяются следующие экологические состояния агроландшафтов: удовлетворительное, слабое, среднее, сильной экологической напряженности (ЭН), критическое и кризисное.

Оценка дается в баллах, с учетом не только негативного процесса и степени его проявления, но и балла бонитета и урожайности. Полученные результаты оценки учитываются при группировке видов агроландшафта по пригодности к ис-

пользованию под пашню или кормовые угодья. В одну группу пригодности включаются виды агроландшафта, имеющие одинаковое экологическое состояние, близкий балл бонитета и близкую урожайность. Так как на проявление негативных процессов влияют рельеф и почвенные разности, при выделении групп пригодности эти показатели взяты за основу. Таким образом, количество групп зависит от выраженности рельефа и пестроты почвенных разностей. При этом в одну группу могут входить как полевые, так и лугово-пастбищные виды агроландшафта. Это объясняется тем, что лугово-пастбищные виды, характеризующиеся высоким баллом бонитета и продуктивностью, могут быть рекомендованы для трансформации в пашню; и наоборот, полевые виды, по причине невысоких балла бонитета и урожайности, могут быть рекомендованы для трансформации в лугово-пастбищные виды. По каждой группе исходя из их экологического состояния устанавливаются приемы регулирования их свойств, заключающиеся в проведении определенных мероприятий. С учетом пригодности использования под пашню или кормовые угодья и необходимости проведения специальных мероприятий из групп агроландшафтов формируются семь типов земель, не только приуроченных к определенным категориям рельефа, но и характеризующихся близкой производительной способностью и экологическим состоянием (таблица 1).

Типизация служит основой для дальнейшего выделения шесть эколого-хозяйственных зон, которые включают в себя типы агроландшафтов, схожие в экологическом отношении (таблица 2).

Таблица 1 – 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

Таблица 2 – 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, средnezасоленные на понижениях
III	III	Включает пахотные массивы среднезаболоченные, сильнозасоленные, слабдефлированные 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 пределах выделенных эколого-хозяйственных зон разработаны режимы использования земель, которые позволяют осуществлять контроль за ведением рационального землепользования.

Апробация ЭХЗ проведена на территории Павлоградского м. р-на Омской обл. 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 агроландшафта 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 разработаны режимы использования земель, позволяющие осуществлять контроль за ведением рационального землепользования.

ЭХЗ территории Павлоградского муниципального района проведено в ГИС MapInfo. Пошаговая методика изложена в диссертационной работе. Карта ЭХЗ как результат проведения ЭХЗ на территории Павлоградского м. р-на Омской обл. в рамках апробации разработанной методики представлена на рисунке 2.

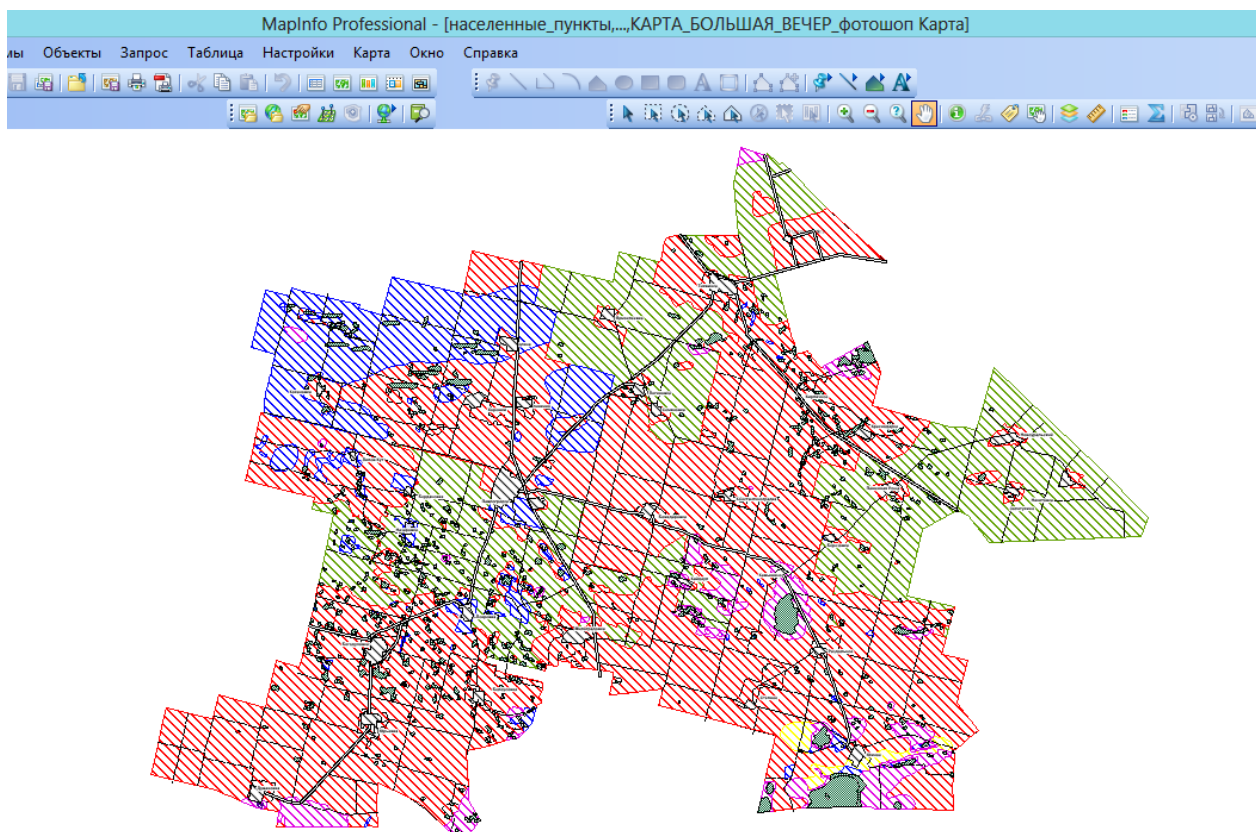


Рисунок 2 – Карта ЭХЗ территории Павлоградского муниципального района Омской области

*В заключительном третьем разделе* представлена разработанная в рамках диссертационных исследований ЗИС «Устойчивый агроландшафт» как модуль проекта «Цифровое сельское хозяйство» и результаты ее апробации на территории АО «Нива» Павлоградского м. р-на Омской обл.

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», инфологическая модель которой представлена на рисунке 3.



ЦММ – цифровая модель; БД – база данных; КВагр – карта видов агроландшафта

Рисунок 3 – Инфологическая модель ЗИС «Устойчивый агроландшафт»

Алгоритм создания карты ЭХЗ как ключевого звена ЗИС «Устойчивый агроландшафт» с применением информационных технологий представлен на рисунке 4.

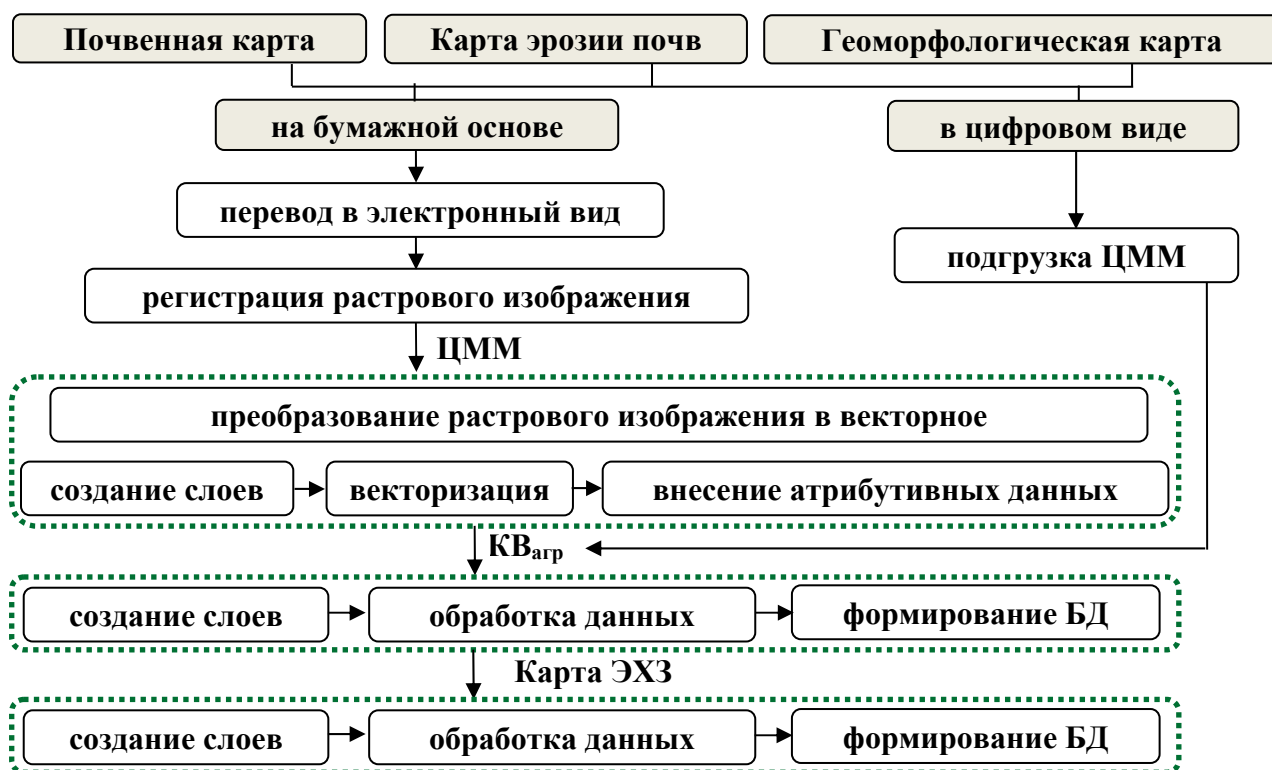
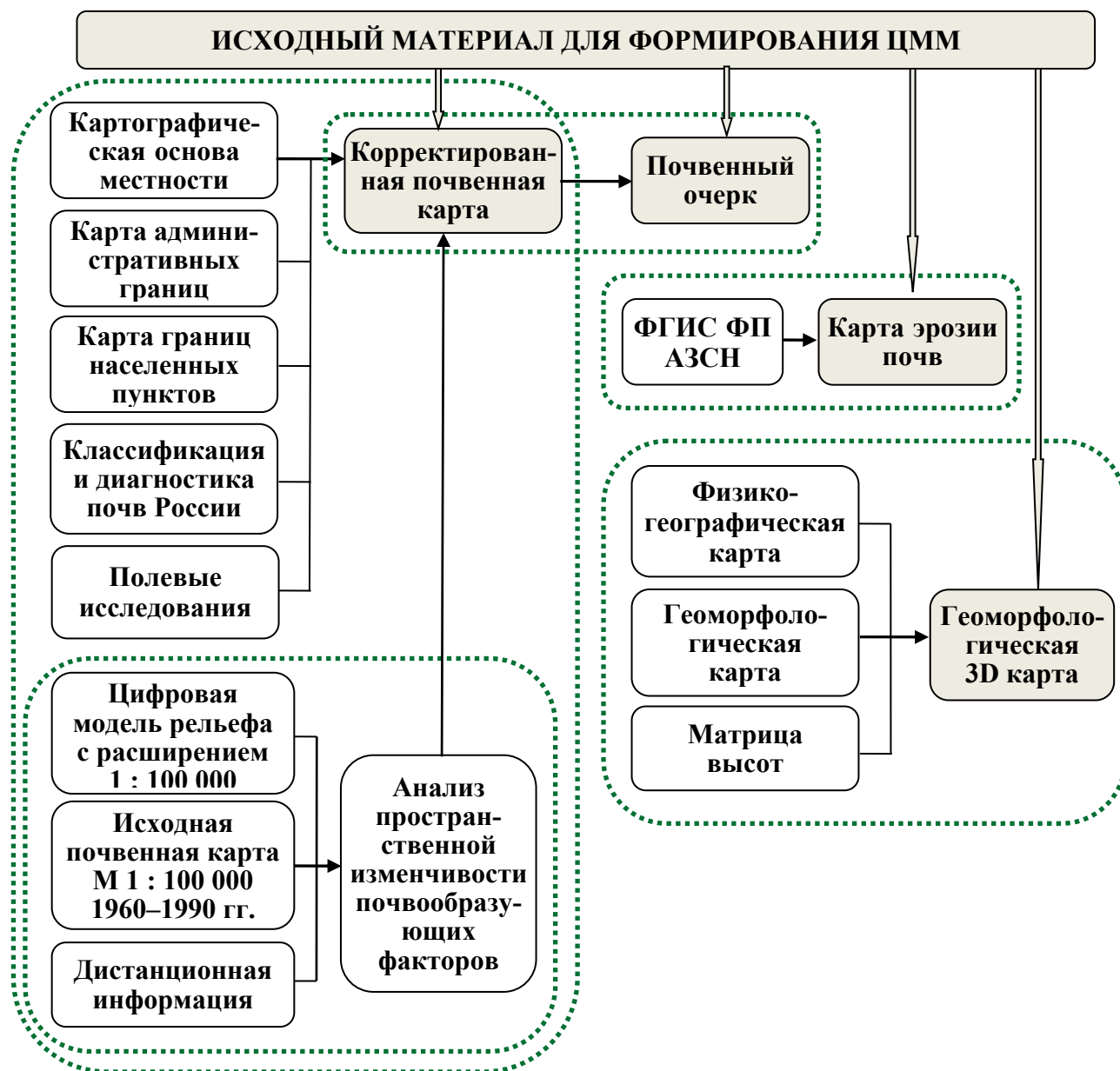


Рисунок 4 – Алгоритм создания карты ЭХЗ с применением информационных технологий

Создание карты ЭХЗ начинается с формирования ЦММ, содержащей информацию для проведения ЭХЗ. В первую очередь это границы и площади почвенных разностей, пашни, кормовых угодий, несельскохозяйственных угодий, геоморфологических зон, сельхозпроизводителей.

Необходимые исходные материалы для формирования ЦММ представлены на рисунке 5. На основе данной ЦММ формируются две цифровые карты: КВАгр и ЭХЗ. Структура карт представлена на рисунке 6.

Для формирования КВАгр к уже существующим слоям ЦММ создаются слои, представленные на рисунке 6. КВАгр служит основой для формирования карты ЭХЗ (см. рисунок 4). По сути, процесс ее создания является продолжением формирования БД на исследуемую территорию. Технологическая схема создания карты ЭХЗ представлена на рисунке 7.



ФГИС ФП АЗСН – Федеральная государственная система «Функциональная подсистема "Электронный атлас земель сельскохозяйственного назначения"»

Рисунок 5 – Исходный материал для формирования ЦММ

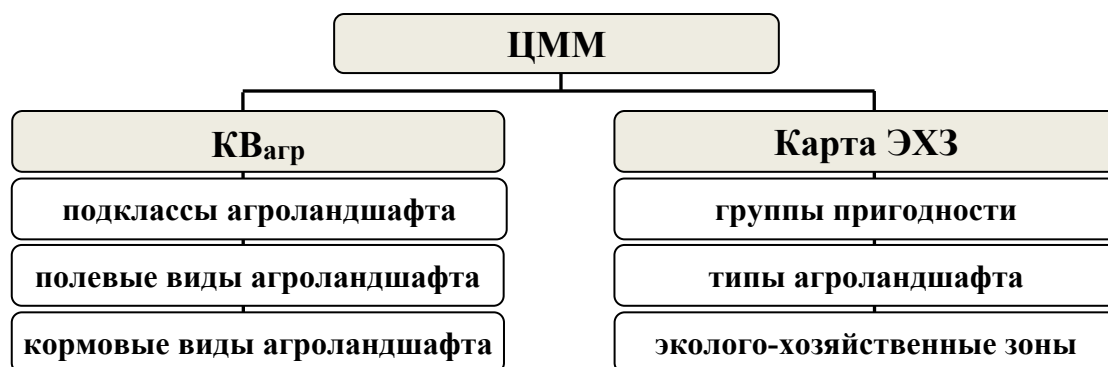


Рисунок 6 – Структура карты видов агроландшафтов КВ<sub>agr</sub> и карты ЭХЗ

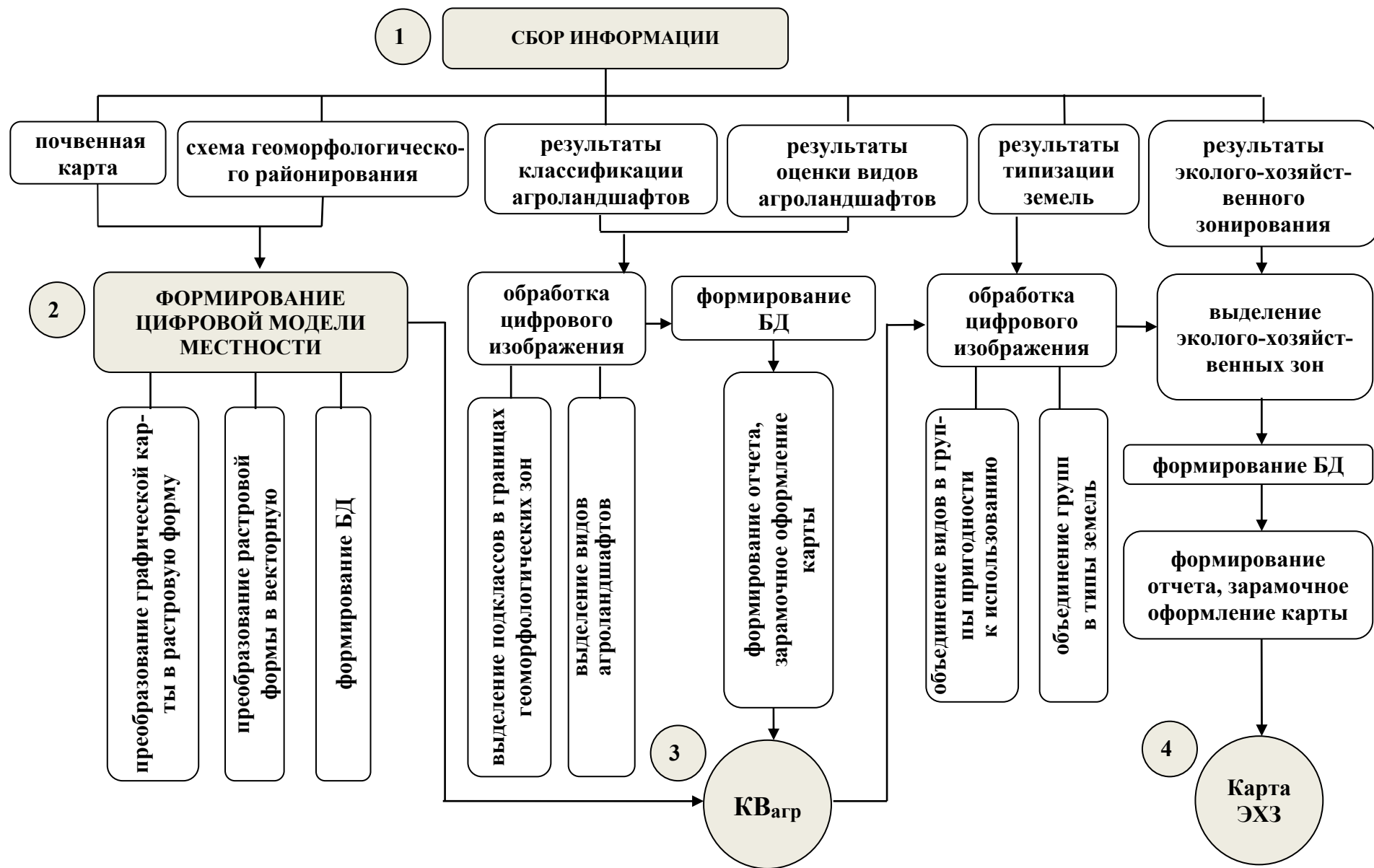


Рисунок 7 – Технологическая схема создания карты ЭХЗ территории муниципального района

Апробация информационной модели ЗИС «Устойчивый агроландшафт» проведена на территории АО «Нива» Павлоградского муниципального района, который является одним из передовых сельхозпроизводителей Омской области. В границах хозяйства размещается 102 поля. На рисунке 8 видно, что к слою с сеткой полей подгружен слой «Эколого-хозяйственные зоны».

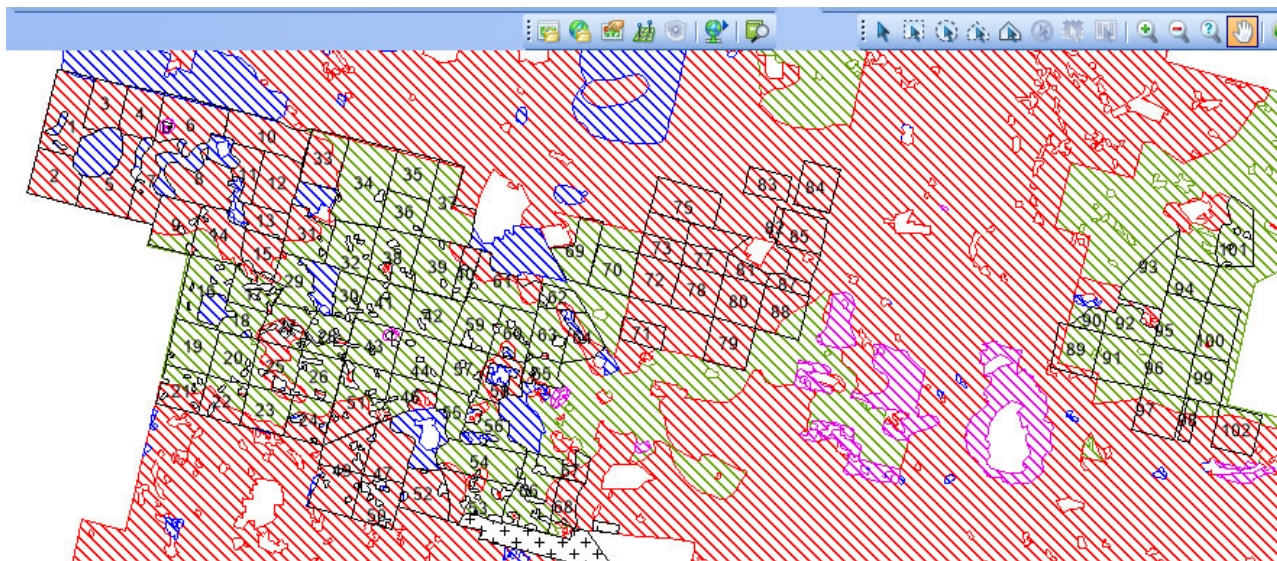


Рисунок 8 – Эколого-хозяйственное зонирование АО «Нива» Павлоградского муниципального района Омской области

Результаты проведения ЭХЗ полей АО «Нива» представлены в таблице 3.

Таблица 3 – 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 в зону III, рекомендуется:

- регулируемое использование;
- возделывание 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;
- 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 сенокоса в строго установленные сроки;
- остальные поля рекомендуется перепроектировать с учетом границ эколого-хозяйственных зон.

ЗИС «Устойчивый агроландшафт» может быть рекомендована для включения в проект «Цифровое сельское хозяйство», так как несет в себе информацию, необходимую для ведения эффективного землепользования, при этом она проста в работе и доступна 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 использо-

ванию 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 РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ АВТОРОМ ПО ТЕМЕ ДИССЕРАЦИИ

1 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.

2 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.

3 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.

4 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.

5 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.

6 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.

7 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.

8 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. Moskvina, Yu. S. Yusova // Journal of Physics: Conference Series. – 2019. – Vol. 1399. – P. 1–5.

9 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.

10 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.

11 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.