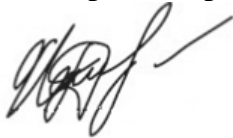


На правах рукописи

Дьячкова Ирина Сергеевна



**МОДЕЛИРОВАНИЕ РАЗМЕРОВ ЗОН ОХРАНЫ
ОБЪЕКТОВ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ НА ОСНОВЕ
ИСТОРИКО-КУЛЬТУРНОЙ ОЦЕНКИ ЗЕМЕЛЬ
НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ**

*Специальность 25.00.26 – Землеустройство, кадастр
и мониторинг земель*

**Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук**

Санкт-Петербург – 2022

Диссертация выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет».

Научный руководитель:

доктор экономических наук, доцент

Быкова Елена Николаевна

Официальные оппоненты:

Трубина Людмила Константиновна

доктор технических наук, профессор, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский государственный университет геосистем и технологий», кафедра экологии и природопользования, профессор;

Лелюхина Анна Михайловна

кандидат технических наук, доцент, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет геодезии и картографии», кафедра землеустройства и кадастров, доцент.

Ведущая организация – федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет», г. Санкт-Петербург.

Защита диссертации состоится 29 июня 2022 г. в 11:00 на заседании диссертационного совета ГУ 212.224.08 Горного университета по адресу: 199106, г. Санкт-Петербург, 21-я В.О. линия, д.2, ауд. № 1171а.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Горного университета и на сайте www.spmi.ru.

Автореферат разослан 29 апреля 2022 г.

УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ
диссертационного совета



КУЗИН
Антон Александрович

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования

Наличие объектов культурного наследия в границах населенных пунктов является одним из факторов регулирования перспективного развития территорий. В условиях конкуренции за ограниченные земельные ресурсы исторических поселений одним из механизмов управления земельными ресурсами может стать историко-культурная оценка земель, позволяющая учитывать разноплановое влияния объектов культурного наследия на инвестиционную привлекательность прилегающих к ним земель. Объекты культурного наследия (памятники истории и культуры) народов Российской Федерации (ОКН) являются объектами государственной охраны, которая обеспечивается в кадастровой системе установлением особого режима использования земель. По данным Единой межведомственной информационно-статистической системы на 1 января 2021 года на территории России расположено 269195 недвижимых памятников истории и культуры. Сохранение культурного и природного наследия стран, их защита и поддержание устойчивого развития заложено, как принцип, в Конвенцию ЮНЕСКО и отражено в Целях устойчивого развития, принятых государствами-членами Организации Объединенных Наций в 2015 году. В России приоритет сохранения национального культурного наследия, помимо прочего, определен в Стратегии государственной культурной политики на период до 2030 года, принятой Правительством Российской Федерации.

Современные условия активного использования ограниченных земельных ресурсов населенных пунктов и неизбежности реновации исторических территорий, направленной на достижение целей устойчивого развития территорий, приводят к проблемам разрушения объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) народов Российской Федерации. В связи с этим необходимо совершенствовать современные механизмы использования земель, обремененных объектами культурного наследия или попадающих в зоны их влияния.

Согласно земельному и градостроительному законодательству РФ действенным рычагом регулирования использования таких земель выступают зоны охраны объектов культурного наследия, установление которых на современном этапе развития земельных отношений претерпевает стагнацию. На 2021 год менее 15 % всех объектов культурного наследия имеют утвержденные границы зон охраны, а в Единый государственный реестр недвижимости внесено не более 5 % установленных границ. В силу этого, согласно еже-

годному Государственному докладу о состоянии культуры в 2020 году, около 10% всех объектов культурного наследия находятся в неудовлетворительном состоянии, при этом почти для половины из них границы зон охраны не утверждены.

Одним из направлений совершенствования процесса установления границ зон охраны объектов культурного наследия является определение историко-культурных характеристик земель, к которым относятся наличие исторического озеленения, архитектурный стиль объектов недвижимости, наличие малых архитектурных форм, историческая память, в совокупности представляющие собой историко-культурную ценность земель. Сохранение культурного наследия в современном понимании связано не только с установлением жесткого режима использования земель для охраны указанных объектов, но и с благоприятным их влиянием на устойчивое развитие и повышение туристического, исторического, экономического потенциалов прилегающих к ним территорий. Данные обстоятельства приводят к необходимости получения актуальных сведений об историко-культурной ценности земельных ресурсов населенных пунктов для повышения эффективности реализации процесса установления границ зон охраны объектов культурного наследия, принятия дальнейших решений по развитию и реновации исторических территорий, создания условий способствующих сохранению объектов культурного наследия, а также безопасной адаптации в процесс хозяйственной деятельности объектов историко-градостроительной среды.

Вышесказанное обосновывает достаточную актуальность исследований, направленных на оценку историко-культурной ценности земель населенных пунктов, а также ее учет при формировании границ зон охраны объектов культурного наследия. Немаловажным аспектом исследований в контексте устойчивого развития является определение стоимости земель, прилегающих к объектам культурного наследия, дифференциация ценности которых зависит от их вида использования.

Степень разработанности темы исследования

Существенный вклад в изучение проблемы управления земельными ресурсами населенных пунктов внесли М.А. Сулин, С.Н. Волков, В.Н. Хлыстун, Н.И. Кресникова, Л.К. Трубина, А.А. Варламов, Д.В. Антропов, А.М. Лелюхина, Н.В. Комов, С.А. Гальченко, А.Н. Каюков, В.Л. Богданов, Ф. Ваилленцоурт, Л. Монты, которые сходятся во мнении, что достижение рационального и эффективного использования земель возможно только путем обоснованного регулирования земельных отношений. Изуче-

нием влияния объектов культурного наследия на использование земельных участков занимаются такие исследователи, как Л.В. Аверина, И.С. Мямина, Р.А. Кириллов, И.В. Карасельникова, К. Удея, А. Версачи, А. Кардичи, Е. Ендо, Х. Такамура, Д.Л. Цахя, Е. Мартини, К.М. Касикоен. Они доказали необходимость совершенствования системы управления земельными ресурсами исторических поселений в части правового обеспечения и механизмов сохранения и использования культурного наследия.

Вопросам разработки методики историко-культурной оценки земель уделено достаточно внимания в работах отечественных ученых, таких как А.А. Емельянов, С.В. Зеленова, Н.В. Проскурина, С.В. Щербинина, Е.С. Гринфельдт, Н.О. Тельнова, Н.В. Иевлев, А.В. Кузнецов, В.Л. Санин, Н. Гировка, Ю. Курашов, А.В. Слабуха, К.Н. Айнуллина, А.В. Кряхтунов, М.Е. Скачкова, В.Ф. Ковязин, а также зарубежных исследователей, таких как Т. Вагнер, Дж. Уайтхэнд, Дж. Оули, Ж. Моркунайте, В. Подвезко, В. Кутут, М.С. Хрибар, Д. Боле, А.А. Федупин, П. Пипан, Ху Хаишенг, К. Хуежонг, Я. Янг, Ж. Линг. Учитывая высокий уровень теоретических обоснований факторов такой оценки в этих работах, в ряде случаев сами методики историко-культурной оценки обладают субъективностью результатов и носят описательный характер без выражения в количественной форме.

В последние годы проблеме установления зон охраны объектов культурного наследия уделяют внимание К.Н. Айнуллина, А.В. Кряхтунов, М.С. Трофимова, С.Т. Агишева, А.А. Варламов, Р.А. Кириллов, Н.Н. Мельников, М.Б. Шлее, А. Соареш Лопес, Д. Валенте Маседо, А. Яго Сампайо Брито, В. Фуртадо, О. Мартин, Г. Пиатти, Г. Манеа, Э. Матей, которые сходятся в едином мнении о нерациональности, длительности и трудоемкости процесса установления границ зон охраны объектов культурного наследия.

Существенный вклад в решение проблемы учета влияния зон с особыми условиями использования территорий, которыми являются зоны охраны объектов культурного наследия, на стоимость земельных участков внесли Е.Н. Быкова, К.Э. Сеньковская, М.В. Савельев, Н.А. Унагаева, И.Г. Федченко, С.В. Грибовский, В.Ю. Сутягин, В.А. Басманова, С. Гнат, Е. Бобкова, Л. Марцус, Г. Алехандракис, Ц. Манасакис, Н.А. Кампанис.

Несмотря на активное внимание исследователей проблемам управления земельными ресурсами исторических поселений и вовлечения прилегающих к объектам культурного наследия земельных участков (ЗУ) в хозяйственный оборот комплексно научная задача учета историко-культурной ценности земель при разработке проек-

тов границ зон охраны ОКН и регулировании на этой основе использования земельных ресурсов до настоящего времени не решена.

Содержание диссертации соответствует пунктам 2 и 7 паспорта специальности 25.00.26 «Землеустройство, кадастр и мониторинг земель».

Целью работы является разработка метода проектирования границ зон охраны объектов культурного наследия на основе историко-культурной оценки земель населенных пунктов для повышения эффективности управления земельными ресурсами исторических поселений.

Для достижения цели работы были поставлены и последовательно решены следующие **задачи**:

1. Изучить особенности и проблемы современного состояния системы управления земельными ресурсами населенных пунктов и выделить ее элементы, направленные на сохранение, адаптацию и функционирование объектов культурного наследия к условиям современной рыночной экономики;

2. Обосновать состав факторов историко-культурной оценки земель, учитывающих разноплановое влияния объектов культурного наследия на использование прилегающих к ним земель.

3. Разработать методику историко-культурной оценки земель, занятых объектами культурного наследия, и прилегающих к ним;

4. Автоматизировать процесс историко-культурной оценки земель, обеспечивающий сокращение трудовых и временных затрат при ее проведении и внедрение в практику управления земельными ресурсами населенных пунктов;

5. Определить и сравнить состав значимых факторов историко-культурной оценки земель разных видов зон охраны объектов культурного наследия в Оренбурге;

6. Разработать научно и математически обоснованные модели определения базовых размеров зон охраны объектов культурного наследия на основе факторов историко-культурной оценки земель с целью повышения эффективности и обоснованности установления границ указанных зон;

7. Разработать метод проектирования границ зон охраны объектов культурного наследия на основе моделей размера таких зон и коэффициентов историко-культурной оценки земель;

8. Определить степень влияния зон охраны объектов культурного наследия на стоимость земель в их границах для повышения объективности земельного налогообложения и интенсификации хозяйственного оборота земельных участков.

Идея работы: для повышения эффективности управления земельными ресурсами исторических поселений моделирование размеров зон охраны объектов культурного наследия необходимо выполнять на основе факторов историко-культурной оценки, учитывающих градостроительный, ландшафтно-средовой, рекреационный, культурный и экономический потенциалы земель, обремененных объектами культурного наследия.

Объектом исследования являются факторы историко-культурной оценки земель населенных пунктов (на примере города Оренбурга).

Предметом исследования выступают закономерности влияния факторов историко-культурной оценки земель населенных пунктов на размер зон охраны объектов культурного наследия.

Научная новизна работы:

1. Предложены элементы системы управления земельными ресурсами исторических поселений, направленные на выявление и учет историко-культурных особенностей земель в процессе их использования;

2. Разработан и обоснован перечень факторов историко-культурной оценки земель населенных пунктов, включающий градостроительный, ландшафтно-средовой, историко-мемориальный, культурный, эмоционально-художественный, экономический, охранный, функциональный, строительно-технический и просветительский;

3. Установлен вид функциональной зависимости коэффициента историко-культурной ценности земель от факторов историко-культурной оценки по характеристикам объектов культурного наследия;

4. Разработаны модели размеров зон охраны объектов культурного наследия, которые можно считать базовыми при определении конфигурации таких зон в процессе проектирования;

5. Разработан метод проектирования границ зон охраны объектов культурного наследия, основанный на определении базовых размеров таких зон по разработанным моделям и получении значений коэффициентов историко-культурной ценности земельных участков;

6. Установлено влияние наличия зон охраны объектов культурного наследия на стоимость земельных участков, предназначенных для индивидуального жилищного строительства (ИЖС), в условиях малоактивного рынка земель Оренбурга.

Теоретическая и практическая значимость работы состоит в усовершенствовании методологических и теоретических основ

земельно-оценочных работ, а также технологии учета и проектирования зон с особыми условиями использования территорий.

Практические результаты работы состоят в следующем:

1. Разработана методика историко-культурной оценки земель населенных пунктов, которая реализована на территории исторического центра г.Оренбурга;

2. Проведено зонирование территории исторического поселения Оренбург по историко-культурной ценности земель;

3. Сформированы шкалы присвоения значений факторам историко-культурной оценки земель населенных пунктов в виде нечетких трапециевидных чисел;

4. Предложена формула расчета корректировки рыночной стоимости земельных участков, предназначенных для индивидуального жилищного строительства, на расстояния до здания администрации г.Оренбурга, остановок общественного транспорта и объектов образования в условиях малоактивного рынка Оренбурга;

5. Разработан алгоритм определения историко-культурной ценности земель, реализованный на языке программирования Python.

Результаты диссертационного исследования могут быть использованы Департаментами государственной охраны объектов культурного наследия при обеспечении охраны объектов культурного наследия; научно-исследовательскими организациями и архитектурно-строительными бюро в процессе подготовки проектов границ зон охраны объектов культурного наследия, а также разработки документации по планировке территории; высшими учебными заведениями при подготовке учебно-методических комплексов по программам бакалавриата и магистратуры направлений подготовки «Землеустройство и кадастры», «Градостроительство», а также дисциплин смежных направлений подготовки.

Реализация выводов и рекомендаций работы.

Практическая значимость диссертационного исследования подтверждается актом о принятии к внедрению, полученным от Научно-производственного предприятия «Рона» г. Оренбурга от 17 января 2022 г.; актом о внедрении результатов диссертационного исследования в учебный процесс студентов Санкт-Петербургского горного университета направлений 21.03.02 и 21.04.02 «Землеустройство и кадастры» от 18 февраля 2022 г.

Методология и методы исследования. Решение научных задач основано на применении методов исследования теоретического и эмпирического уровня: постановка научной проблемы, гипотеза, описание, наблюдение, экспертный анализ, сравнение, обобщение. Для обработки результатов использовались такие программные

средства, как MS Excel, GRETЛ, а также язык программирования Python. Математический инструментарий для проведения историко-культурной оценки земель выражен в применении теории нечетких множеств и методов формализации. Пространственный анализ и разработка тематических карт были выполнены с использованием ГИС MapInfo, Google Earth, QGIS. Для построения границ зон охраны объектов культурного наследия применяются аналитический и графический методы проектирования.

На защиту выносятся следующие положения:

1. Модель определения коэффициента историко-культурной ценности земель должна быть основана на учете факторов историко-культурной оценки, состав которых обосновывается путем синтеза экспертных методов и метода инфляции факторов, подтверждающих аддитивность полученной функции.

2. Моделирование размера зон охраны объектов культурного наследия должно проводиться с учетом набора факторов историко-культурной оценки земель, который различается в зависимости от вида зон.

3. Проектирование границ зон охраны объектов культурного наследия необходимо выполнять, учитывая базовую площадь зон охраны объектов культурного наследия и значения коэффициентов историко-культурной ценности земель.

Степень достоверности результатов исследования подтверждается четкой структурой и последовательностью поставленных задач исследования, сопоставимостью результатов исследования с подобными исследованиями российских и зарубежных авторов. Обоснованность научных положений обусловлена использованием математического инструментария и передовых методик обработки данных для моделирования размеров зон охраны ОКН, сопоставимостью его результатов с фактическими размерами утвержденных зон, не участвовавших в моделировании, а также использованием цифровых технологий для сбора статистических данных об ОКН и их зонах охраны, картографических и текстовых материалов, полученных с публичной кадастровой карты Росреестра, сервиса NextGis, из нормативно-правовых актов об утверждении границ зон охраны ОКН, проектов их установления. Для обработки материалов применялись современные программные продукты MapInfo и язык программирования Python.

Апробация результатов. Содержание и основные положения работы докладывались на международной научно-практической конференции «Современные проблемы инженерной геодезии» (Санкт-Петербург, 2019г.); международной научно-практической

конференции GDTM-2020: Global Challenges of Digital Transformation of Markets-2020 (Санкт-Петербург, 2020г.); международной научно-практической конференции «Геодезия, землеустройство и кадастры: проблемы и перспективы развития» (Омск, 2020г.); XIV Всероссийской конференции-конкурсе студентов и аспирантов «Актуальные проблемы недропользования» (Санкт-Петербург, 2021г.).

Ряд положений, представленных в работе, удостоены награды в конкурсе грантов 2020 года для аспирантов вузов, расположенных на территории Санкт-Петербурга, в соответствии с распоряжением Комитета по науке и высшей школе от 03.12.2020 №255.

Личный вклад автора заключается в формулировании цели и задач диссертационной работы и их решении, непосредственном участии во всех этапах исследования, обосновании и анализе нормативно-правовой, методической и научной литературы по историко-культурной оценке земель. Соискателем выявлены и обоснованы оценочные факторы, влияющие на историко-культурную ценность земель, а также тенденции влияния зон охраны объектов культурного наследия на рыночную стоимость земельных участков, предназначенных для ИЖС в г.Оренбурге. Соискателем разработаны методика историко-культурной оценки земель населенных пунктов, которая была апробирована на примере г.Оренбурга, а также метод определения размера и конфигурации границ зон охраны объектов культурного наследия, который внедрен в практическую деятельность Научно-производственного предприятия «Рона» в г.Оренбурге.

Публикации по работе. Результаты диссертационной работы в достаточной степени освещены в 10 печатных работах, в том числе в 2 статьях - в изданиях из перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук (далее – Перечень ВАК), в 4 статьях - в изданиях, входящих в международные базы данных и системы цитирования (Scopus и Web of Science). Получено 1 свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Структура работы. Диссертация состоит из оглавления, введения, четырёх глав с выводами по каждой из них, заключения, списка сокращений и условных обозначений, списка литературы, включающего 201 наименование и 10 приложений. Диссертация изложена на 328 страницах машинописного текста, содержит 68 рисунков, 44 таблицы и 28 формул.

Благодарности. Автор выражает благодарность научному руководителю, д.э.н., доценту Быковой Е.Н., заведующему кафедрой

инженерной геодезии, д.т.н., доценту Мустафину М.Г., к.т.н., доценту Скачковой М.Е., д.б.н., профессору Ковязину В.Ф. за помощь и консультации при написании работы.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В первой главе представлены теоретические исследования научно-методологических основ историко-культурной оценки земель в России и за рубежом, проведены исследования вопросов установления зон охраны ОКН.

Во второй главе изложены положения, ограничения и допущения методики историко-культурной оценки земель, предложены и обоснованы факторы историко-культурной оценки земель, разработаны шкалы присвоения значений факторам с применением теории нечетких множеств, путем использования экспертного анализа получены веса факторов. Разработана методика историко-культурной оценки земель, которая автоматизирована путем применения языка программирования Python. Проведено зонирование земель по результатам историко-культурной оценки на примере города Оренбурга.

В третьей главе собраны и проанализированы сведения о площади зон охраны объектов культурного наследия Оренбурга, путем регрессионного анализа значений факторов историко-культурной оценки земель построены модели размеров зон охраны. На основе полученных моделей размеров зон охраны объектов культурного наследия и историко-культурной оценки земель разработан метод проектирования границ зон охраны объектов культурного наследия.

В четвертой главе изучено влияние наличия объектов культурного наследия на стоимость земель, рассмотрены подходы к оценке земельных участков с учетом влияния ЗОУИТ. Проанализирован рынок земельных участков, предназначенных для ИЖС, в Оренбурге. Обосновано включение в качестве ценообразующего фактора наличие зон охраны объектов культурного наследия в процесс индивидуальной оценки земельных участков, предназначенных для ИЖС.

Основные результаты отражены в следующих **защищаемых положениях**:

1. Модель определения коэффициента историко-культурной ценности земель должна быть основана на учете факторов историко-культурной оценки, состав которых обосновывается путем синтеза экспертных методов и метода ин-

фляции факторов, подтверждающих аддитивность полученной функции.

Под коэффициентом историко-культурной ценности земель в контексте исследований следует понимать количественное выражение ценности земельного участка, на котором объекты капитального строительства характеризуются градостроительным, просветительским, культурным и историческим потенциалами.

На основе изучения российских и зарубежных исследований историко-культурной оценки земель определен предварительный перечень её факторов (рисунок 1). Для обоснования вида функциональной зависимости определения коэффициента историко-культурной ценности земель в качестве объекта реализации выбран г.Оренбург. Получены значения факторов историко-культурной оценки для 1200 земельных участков. Присвоение значений факторам историко-культурной оценки на начальном этапе осуществляется по 4-балльным шкалам, которые разработаны для каждого фактора индивидуально. К примеру, градостроительный (средообразующий) фактор показывает влияние объекта на планировочную и композиционно-пространственную структуру города и позволяет классифицировать объект оценки как диссонирующий, рядовой (фоновый), ценный градообразующий или доминанту. Выбор шкалы обоснован применением в дальнейшем нечетких трапециевидных чисел.

На основании полученных значений была проведена проверка факторов на мультиколленеарность с использованием метода инфляции факторов. Высокая корреляция факторов между собой приводит к высоким значениям фактора инфляции дисперсии VIF. Результаты расчета фактора инфляции дисперсии, полученного с использованием программного продукта GRETL, представлены в таблице 1, согласно которой прослеживается взаимозависимость между градостроительным и архитектурно-эстетическим факторами ($VIF > 10$). Это означает, что включать их одновременно в регрессионную модель нельзя. Для определения исключаемого из модели фактора определены коэффициенты корреляции со средним значением историко-культурной ценности, которые показали наибольшую тесноту связи между градостроительным фактором и независимой переменной (таблица 2), что явилось основанием исключения архитектурно-эстетического фактора из перечня.

Для построения модели коэффициента историко-культурной ценности земель веса оценочных факторов получены с использованием метода анализа иерархий (рисунок 1). К анкетированию было привлечено 9 экспертов, компетентных в области истори-

ко-культурных исследований: разработчики проектов границ зон охраны ОКН, работники научно-проектных организаций, эксперты, сертифицированные Министерством культуры РФ в области историко-культурной экспертизы.

Модель расчета коэффициента историко-культурной ценности земель населенных пунктов (на примере Оренбурга) представлена в следующем виде (1):

$$K_{\text{нв}} = 0,19 \cdot x_{F1} + 0,15 \cdot x_{F2} + 0,13 \cdot x_{F3} + 0,11 \cdot x_{F4} + 0,09 \cdot x_{F5} + 0,09 \cdot x_{F6} + 0,07 \cdot x_{F7} + 0,07 \cdot x_{F8} + 0,06 \cdot x_{F9} + 0,05 \cdot x_{F10} + 0,10 \cdot x_{F11} + 0,04 \cdot x_{F12} + 0,04 \cdot x_{F13} + 0,02 \cdot x_{F14} \quad (1)$$

где x_{F1} – значение градостроительного фактора, балл, x_{F2} – значение ландшафтно-средового фактора, балл, x_{F3} – значение историко-мемориального фактора, балл, x_{F4} – значение культурного фактора, балл, x_{F5} – значение эмоционально-художественного фактора, балл, x_{F6} – значение экономического фактора, балл, x_{F7} – значение охранного фактора, балл, x_{F8} – значение функционального фактора, балл, x_{F9} – значение строительно-технического фактора, балл, x_{F10} – значение фактора «Обладание просветительской, патристической, духовно-эстетической ценностью», балл, x_{F11} – значение фактора «Уникальность природного ландшафта и гидрологии», балл, x_{F12} – значение фактора «Наличие на близлежащей территории озеленения и зон рекреации», балл, x_{F13} – степень уникальности технического возведения сооружения, новейших строительных материалов и технологий, конструктивного решения, балл, x_{F14} – степень сохранности объекта, балл.

В силу того, что факторы историко-культурной оценки являются качественными характеристиками, для которых характерна неопределённость и размытость пограничных значений, присвоение им числового значения наиболее точно может производиться с применением теории нечетких множеств. Поэтому в работе предложены шкалы присвоения значения факторам с учетом нечетких множеств, основанные на модифицированном методе анализа иерархий, заключающемся в построении матрицы парных сравнений для каждого термина факторов (таблица 3). Каждому значению фактора соответствует его нечеткая оценка, определённая функцией принадлежности (рисунок 2). Например, для фактора «Градостроительный» введены лингвистические переменные («Доминанта», «Ценный градоформирующий», «Фоновый», «Диссонирующий», Т, X), где Т = {«Очень высокий», «Высокий», «Средний», «Низкий»} – терм-множество лингвистической переменной, X = {«1», «2», «3», «4»} – базовое множество (баллы). Каждый из термов характеризуется нечеткой переменной, например, терм «Средний» («Средний», X, C), где C – нечеткая оценка в виде нечеткого множества $\mu_A(x)$ ($x \in X$) (таблица 4).

В результате предложена модель расчета коэффициента историко-культурной ценности земельных участков с применением теории нечетких множеств (2):

$$K_{his} = \sum_{i=1}^n (a_i \cdot (x_{i1}, x_{i2}, x_{i3}, x_{i4})) = \left(\sum_{i=1}^n a_i \cdot x_{i1}, \sum_{i=1}^n a_i \cdot x_{i2}, \sum_{i=1}^n a_i \cdot x_{i3}, \sum_{i=1}^n a_i \cdot x_{i4} \right) \quad (2)$$

где K_{his} – коэффициент историко-культурной ценности земель, a_i – вес i -го оценочного фактора; $X_i = (x_{i1}, x_{i2}, x_{i3}, x_{i4})$ – нечеткое значение ценности i -го оценочного фактора, n – количество факторов.

Этапы историко-культурной оценки земель представлены на рисунке 3. На основе разработанной методики историко-культурной оценки земель было проведено зонирование территории исторического центра Оренбурга (рисунок 4), которое показало интеграцию современной застройки в исторический центр города, что отражает современную градостроительную ситуацию.

2. Моделирование размера зон охраны объектов культурного наследия должно проводиться с учетом набора факторов историко-культурной оценки земель, который различается в зависимости от вида зон.

В целях сохранения объектов культурного наследия устанавливают охранную зону объектов культурного наследия, зону регулирования застройки и хозяйственной деятельности (ЗРЗ), а также зону охраняемого природного ландшафта. Для установления границ таких зон разрабатывают и утверждают проект, в котором размеры и конфигурацию определяют на основе архивных и иных исследований, обосновывая их в описательной форме, что предопределяет субъективность результата. Для получения базовых размеров таких зон в работе проведено моделирование площади зон охраны ОКН методом регрессионного анализа.

Построение уравнения множественной регрессии осуществлялось на основании полученных количественных характеристик площади исследуемого вида зон охраны (результатирующий показатель, y , кв.м) и значений факторов (регрессоров) путем последовательного исключения из модели факторов, имеющих наибольшее значение p -критерия, и систематической проверки качества получаемых уравнений по значению t -статистики и p -критерия значимости фактора. В результате моделирования было получено, что для ОЗ наиболее оптимальной по показателям оказалась мультипликативная функция (3), (таблица 5, рисунок 5):

$$y = \frac{1}{558 - 317 \ln x_{F1} + 113 \ln x_{F3} - 0,729 x_{F10}^3 - 3,299 x_{F13}^2} \quad (3)$$

Для ЗРЗ площадь описывается линейной функцией и имеет вид (4):

$$y = 95222 + 27243x_{F4} + 37967x_{F7} - 51977x_{F8} - 19328x_{F9} \quad (4)$$

Показатели качества полученных моделей площади ОЗ и ЗРЗ представлены в таблице 5. На основании результатов моделирования можно сделать вывод о дифференциации факторов историко-культурной оценки для различных видов зон. Так, площадь ЗРЗ зависит от культурного, охранного, функционального и строительного-технического факторов, в то время как в модель площади ОЗ включены градостроительный и исторический факторы, степень уникальности технического возведения сооружения, новейших строительных материалов и технологий, просветительская ценность.

3. Проектирование границ зон охраны объектов культурного наследия необходимо выполнять на основе базовой площади зоны охраны объектов культурного наследия и значений коэффициентов историко-культурной ценности земель.

В настоящее время прослеживается негативная тенденция необоснованного сокращения размеров проектируемых и установленных границ зон охраны ОКН. Только в 2019 сокращены размеры зон охраны для 116 ОКН в Санкт-Петербурге, в 2021 году наблюдалось сокращение площади ЗРЗ в центре Калининграда на 118 га, а также сокращение размеров границ достопримечательного места Древний Радонеж на 2 тыс. га. В связи с отсутствием и недостаточностью размеров зон охраны ОКН по данным ВООПИК Россия ежегодно теряет 150–200 ОКН. В данной работе разработан метод проектирования границ зон охраны ОКН, направленный на определение необходимых и достаточных для сохранения объекта размеров и конфигурации таких зон. Данный метод предусматривает поэтапное проектирование, включающее расчет базовых площадей зон охраны ОКН по представленным выше моделям, проведение историко-культурной оценки ЗУ, прилегающих к объекту культурного наследия, и расчет разницы коэффициентов историко-культурной ценности ЗУ для принятия решения о включении (исключении) указанных участков в (из) границы проектируемой зоны.

Проектирование состоит в следующем:

1. Рассчитывается площадь зоны охраны (S_2) с использованием полученных математических моделей (рисунок 6).

2. Определяются размеры здания a и b в виде прямоугольника с использованием измерительных возможностей ГИС и рассчитывается его площадь (S_1) (рисунок 6).

3. Определяется коэффициент подобия фигуры k из отношения подобия геометрических фигур, образованных начальной зоной охраны ОКН и зданием, по формуле (5) (рисунок 6):

$$k = \frac{S_2}{S_1} \quad (5)$$

4. Рассчитывается малое буферное расстояние h_1 от границы здания до границы зоны охраны ОКН, определенной базовым размерами, по формуле (6) (рисунок 6):

$$h_1 = \frac{B-b}{2} = \frac{\sqrt{k \cdot k_1 \cdot b^2} - b}{2} \quad (6)$$

где b – длина малой стороны здания, м; B – длина малой стороны прямоугольника, образованного базовыми границами зоны охраны ОКН, м; k_1 – коэффициент подобия сторон здания, рассчитываемый по формуле (7):

$$k_1 = \frac{a}{b} \quad (7)$$

где a – длина большой стороны здания, м; k_2 – коэффициент подобия сторон прямоугольника, образованного зоной охраны, рассчитываемый по формуле (8):

$$k_2 = \frac{A}{B} \quad (8)$$

где A – большая сторона прямоугольника, образованного зоной охраны, м.

5. Рассчитывается большое буферное расстояние h_2 от границы здания до базовой границы зоны охраны ОКН по формуле (9) (рисунок 6):

$$h_2 = \frac{A-a}{2} = \frac{\sqrt{k \cdot k_2 \cdot a^2} - a}{2} \quad (9)$$

6. Проводится историко-культурная оценка прилегающих ЗУ, для которых рассчитываются коэффициенты историко-культурной ценности k_{his} (рисунок 7).

7. Определяется разница значений коэффициентов историко-культурной ценности ЗУ, на котором расположен ОКН, и всех ЗУ, попадающих в границы проектируемой зоны полностью (Δk_{his1}) и частично (Δk_{his2}) (рисунок 8).

8. Сравниваются Δk_{his1} и Δk_{his2} и определяются возможности включения или исключения ЗУ по формуле (10) (рисунок 8):

$$\Delta k_{his} = \begin{cases} \Delta k_{his2} < \min \Delta k_{his1}, \text{ включить ЗУ в границы зоны,} \\ \Delta k_{his2} > \min \Delta k_{his1}, \text{ исключить ЗУ из границы зоны,} \end{cases} \quad (10)$$

9. Исключаются из границ проектируемой зоны уже установленные границы зон охраны других ОКН (рисунок 9).

Обоснование включения (исключения) земельных участков в (из) границы зоны охраны ОКН (формула 10) основано на анализе установленных границ зон охраны ОКН г.Оренбурга и значений коэффициентов историко-культурной ценности земельных участков. Исследования показали, что в границах зон охраны расположены земельные участки, значения коэффициентов историко-культурной ценности которых больше, чем для земельных участков вне таких границ.

На рисунке 10 представлен результат проектирования для объекта культурного наследия регионального значения в г.Оренбурге.

В работе также исследовано влияние зон охраны ОКН на рыночную стоимость земель. В условиях малоактивного рынка земель в Оренбурге наличие зон охраны ОКН снижает стоимость земельных участков, предназначенных для ИЖС. Это связано, прежде всего, с тем, что предусмотренные данным видом разрешенного использования земельных участков виды деятельности при наложении таких зон не реализуется во всем возможном потенциале. Данное обстоятельство позволяет определить перспективные направления в области кадастровой оценки земель, в процессе которой для обеспечения справедливого налогообложения следует учитывать наличие зон охраны ОКН как один из ценообразующих факторов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Диссертация представляет собой завершённую научно-квалификационную работу, в которой, на основании симбиоза теоретических и экспериментальных исследований, разработан метод проектирования границ зон охраны объектов культурного наследия, основанный на математическом моделировании их размеров и использовании факторов историко-культурной оценки земель населённых пунктов.

Выполненное исследование позволило сделать следующие выводы и рекомендации, которые являются новыми и обладают теоретической и практической значимостью:

1. Определены основные элементы системы управления земельными ресурсами исторических поселений, направленные на учет историко-культурных особенностей земель в процессе их использо-

вания, которыми являются проведение историко-культурной оценки земель и ее учет при проектировании границ зон охраны объектов культурного наследия, а также определение кадастровой стоимости земель с ограничениями в использовании, накладываемыми объектами культурного наследия.

2. На основе консолидации анализа литературы, экспертных и статистико-математических методов разработан и обоснован перечень факторов историко-культурной оценки земель населенных пунктов, в состав которого вошли: градостроительный (средоформирующий), ландшафтно-средовой, историко-мемориальный, культурный, эмоционально-художественный, экономический, охранный, функциональный, строительно-технический факторы, наличие на близлежащей территории озеленения и зон рекреации, уникальность природного ландшафта и гидрологии, обладание просветительской, патриотической, духовно-эстетической ценностью, степень уникальности технического возведения сооружения, новейших строительных материалов и технологий, конструктивного решения и степень сохранности объекта. Полученные факторы позволяют всесторонне учитывать влияние объектов культурного наследия на использование прилегающих к ним территорий в процессе управления земельными ресурсами исторических поселений.

3. Разработана и автоматизирована методика историко-культурной оценки земель населенных пунктов, которая включает определение границ оцениваемой территории; сбор и анализ исходных данных об историко-культурных объектах и их оценочных факторах с использованием ГИС-технологий; анализ каждого оцениваемого объекта и определение значений факторов историко-культурной оценки в балльной системе и в виде нечетких чисел; определение вида функции историко-культурной ценности земель; определение коэффициента историко-культурной ценности земель; зонирование оцениваемой территории по значениям историко-культурной ценности; разработка рекомендаций по управлению земельными ресурсами на основе полученных результатов оценки историко-культурной ценности земель.

4. Сформированы шкалы для присвоения значений факторам историко-культурной оценки земель в виде нечетких выражений, полученные с использованием модифицированного метода анализа иерархий. Доказана гипотеза об аддитивности модели расчета коэффициента историко-культурной ценности земель, которая преобразована на основе нечетких трапециевидных чисел.

5. Разработанная методика историко-культурной оценки земель реализована на территории г.Оренбурга, проведено оценочное

зонирование, которое выявило тенденцию постепенной интеграции современной застройки в исторический центр, что приводит к необходимости интенсификации процесса установления зон охраны объектов культурного наследия.

6. Определены модели размеров зон охраны ОКН, которые можно считать базовыми при определении площади таких зон в процессе проектирования. Путем математического моделирования доказана дифференциация историко-культурных оценочных факторов для каждого вида зон охраны объектов культурного наследия. Для модели определения площади ЗРЗ характерна линейная зависимость, в то время как площадь ОЗ определяется по нелинейной мультипликативной модели. Полученные модели зависимости историко-культурных оценочных факторов и площадей ОЗ и ЗРЗ объективно интерпретируются и обладают удовлетворительными критериями качества.

7. Разработан метод проектирования границ зон охраны ОКН, основанный на результатах историко-культурной оценки земель населенных пунктов и базовых размерах зон охраны ОКН, рассчитываемых по предложенным математическим моделям. На основе применения принципов подобия геометрических фигур, математических формул расчета площади разработаны формулы расчета буферных расстояний. Предложенный метод апробирован на примере г.Оренбурга.

8. Выявлено влияние наличия зон охраны ОКН на рыночную стоимость земельных участков, предназначенных для ИЖС, в Оренбурге. Снижение стоимости земельных участков в границах таких зон составило 5%. Предложены формулы расчета корректировок на расстояния до объектов транспортной и социальной инфраструктур.

Перспективы дальнейших исследований в данном направлении состоят в изучении влияния историко-культурной ценности земель на кадастровую стоимость, а также в применении нейросетевых технологий в процессе проведения историко-культурной оценки земель населенных пунктов.

СПИСОК ОСНОВНЫХ РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Публикации в изданиях из Перечня ВАК:

1. **Дьячкова, И.С.** Историко-культурная оценка территории исторического ядра Оренбурга с применением геоинформационных технологий / И.С. Дьячкова, М.Е. Скачкова, В.Ф. Ковязин // Известия

высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2020. – Т. 64. – № 4. – С. 441-450.

2. Быкова, Е.Н. Применение экономико-математических методов для моделирования размера территории объектов культурного наследия (на примере города Оренбурга) / Е.Н. Быкова, **И.С. Дьячкова** // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2021. – Т. 65. – № 2. – С. 209-220.

Публикации в изданиях, входящих в международные базы данных и системы цитирования:

3. **Dyachkova, I.** The influence of transport vibrations on the condition of Russian cultural heritage objects / I. Dyachkova, M. Skachkova, V. Kovyazin // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2019. – 817, 1. – PP.1-7. DOI 10.1088/1757-899X/817/1/012009 (Scopus).

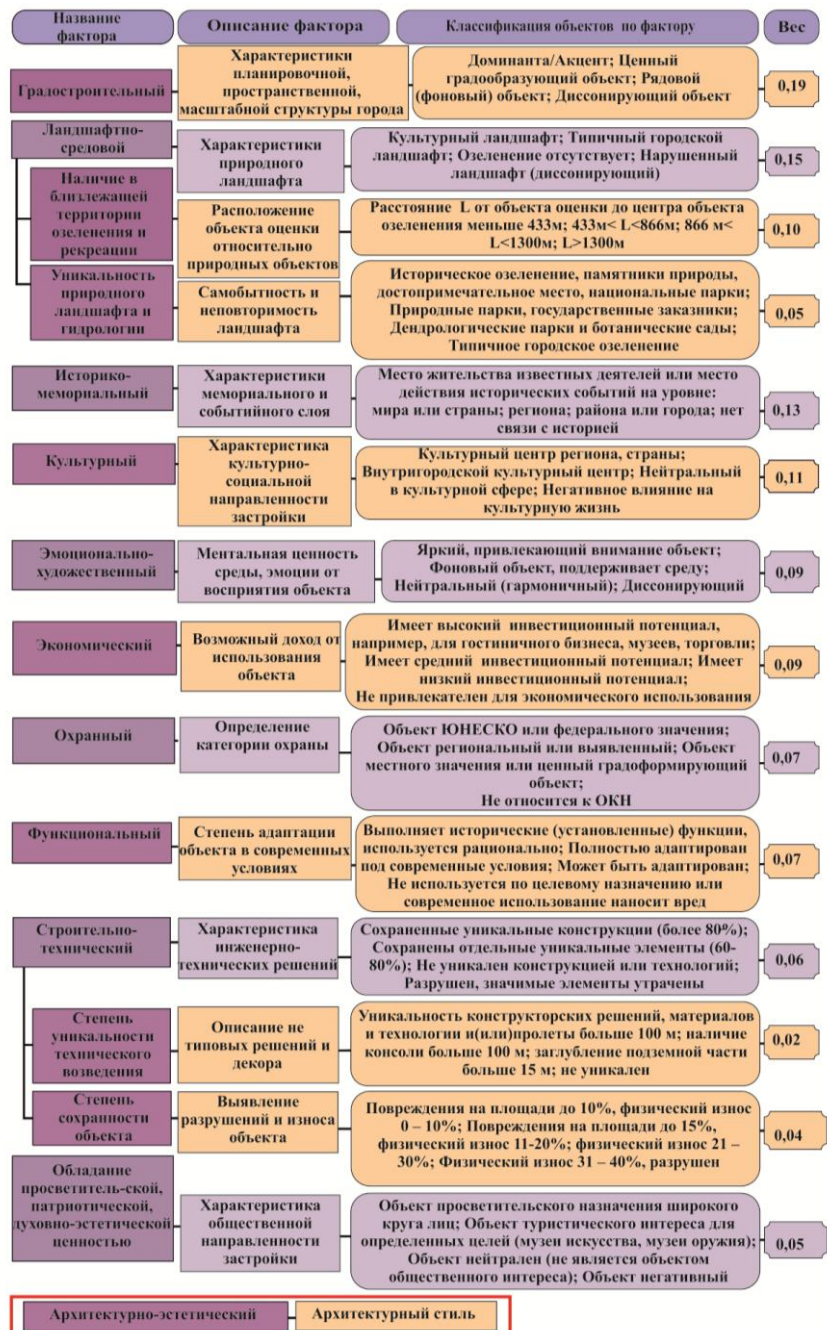
4. Kovyazin, V.F. Historical and cultural assessment of urbanized territories as the part of cadastral, land management and other economic activities / V.F. Kovyazin, M.E. Skachkova, **I.S. Dyachkova** // Geodezia i Kartografia. – 2020. – 966(12). – PP. 57–62. DOI 10.22389/0016-7126-2020-966-12-57-62 (Scopus).

5. Bykova, E. Substantiation of factors for assessing the historical and cultural value of the territories of settlements using digital technologies / E. Bykova, **I. Dyachkova**, V. Zasenkov, P. Monev // Global Challenges of Digital Transformation of Markets. – 2021. – PP.219–233 (Scopus).

6. Bykova, E. Modeling the size of protection zones of cultural heritage sites based on factors of the historical and cultural assessment of lands / E. Bykova, **I. Dyachkova** // Land. – 2021. – 10(11). – 1201. – PP.1-20. doi.org/10.3390/land10111201 (Scopus).

Свидетельство:

7. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2021613234 РФ. Программа для расчета коэффициента историко-культурной ценности урбанизированных территорий: № 2021612372; заявл. 02.03.2021; опубл. 04.03.2021 / Е.Н. Быкова, М.Е. Скачкова, **И.С. Дьячкова**; заявитель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет».



Архитектурно-эстетический — Архитектурный стиль

Рисунок 1 – Факторы историко-культурной оценки земель населенных пунктов

Таблица 1 – Результат расчета VIF для факторов историко-культурной оценки земель для выявления мультиколлинеарности

№	Наименование факторов	Значение VIF	
Ф1	Градостроительный (средоформирующий)	14,423	
Ф2	Ландшафтно-средовой	4,679	
Ф3	Историко-мемориальный	3,035	
Ф4	Культурный	2,623	
Ф5	Эмоционально-художественный	3,929	
Ф6	Экономический	1,366	
Ф7	Охранный	4,679	
Ф8	Функциональный	1,462	
Ф9	Строительно-технический	1,823	
Ф10	Обладание просветительской, патриотической, духовно-эстетической ценностью	1,802	
Ф15	Архитектурно-эстетический	10,673	
Подг- фак-горы Ф2	Ф11	Наличие в близлежащей территории озеленения и зон рекреации	1,537
	Ф12	Уникальность природного ландшафта и гидрологии	1,205
Подг- фак-горы Ф9	Ф13	Степень уникальности технического возведения сооружения, новейших строительных материалов и технологий, конструктивного решения	1,575
	Ф14	Степень сохранности объекта	1,177

Таблица 2 – Расчет коэффициентов корреляции

	Историко-культурная ценность земель	Градостроительный фактор	Архитектурно-эстетический фактор
Историко-культурная ценность земель	1		
Градостроительный фактор	0,924	1	
Архитектурно-эстетический фактор	0,897	0,943	1

Таблица 3 – Матрица получения нечеткой оценки терма (балла) «Очень высокий балл» фактора 11 (x_{F11}) «Уникальность природного ландшафта и гидрологии»

Значение фактора 11 «Уникальность природного ландшафта и гидрологии»	Отсутствует озеленение вблизи	Часть городского ландшафта	Часть исторического ландшафта	Уникальный культурный ландшафт	Среднее геометрическое	Вектор a	Вектор r	Нормализация (Нечеткая оценка)	Балл (Терм)
Отсутствует озеленение вблизи	1	0,50	0,3	0,12	0,35	0,06	0,07	0,10	1
Часть городского ландшафта	2	1	0,3	0,14	0,55	0,09	0,09	0,13	2
Часть исторического ландшафта	4	3	1	0,25	1,31	0,22	0,18	0,27	3
Уникальный культурный ландшафт	8	7	4	1	3,86	0,63	0,66	1,00	4
k_i	15	11,5	5,6	1,51	6,09	1			
	k_j	Сумма							

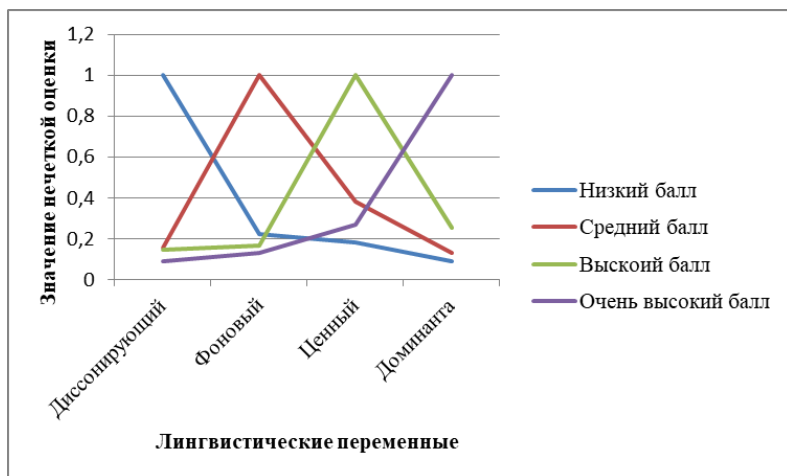


Рисунок 2 – Функция принадлежности градостроительного (средоформирующего) фактора

Таблица 4 – Расчет нечетких значений термов (фрагмент)

Название фактора/подфактора	Лингвистическая переменная	Термножество T	Нечеткая оценка \tilde{C}
«Градостроительный (средоформирующий)»	Доминанта, акцент	Очень высокий	(0,09/1;0,13/2;0,27/3;1/4)
	Ценный градформирующий	Высокий	(0,14/1;0,17/2;1/3;0,25/4)
	Фоновый	Средний	(0,15/1;1/2;0,38/3;0,13/4)
	Диссонирующий	Низкий	(1/1;0,22/2;0,18/3;0,09/4)

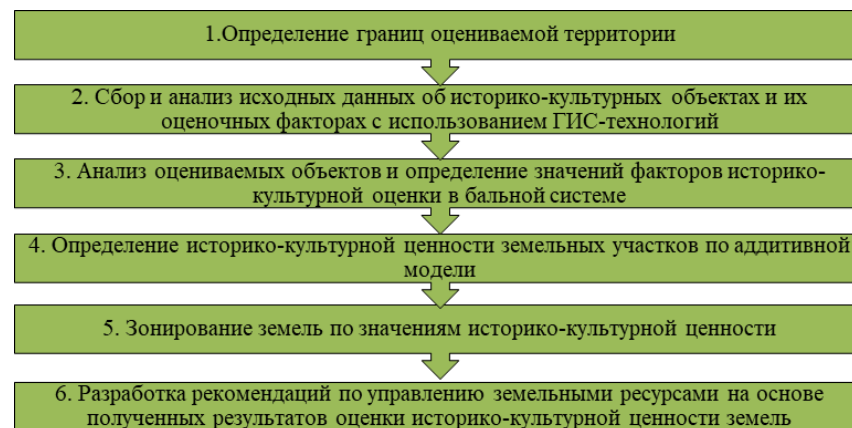


Рисунок 3 – Этапы историко-культурной оценки земель населенных пунктов

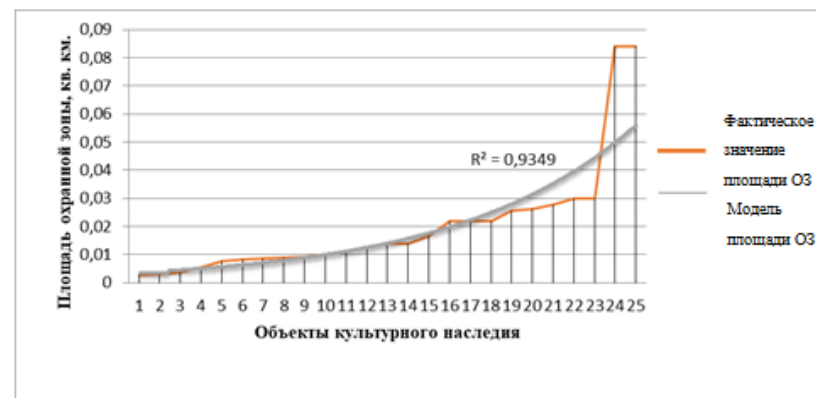


Рисунок 5 – График площади охранной зоны объектов культурного наследия на примере Оренбурга

Таблица 5 – Показатели качества модели площади ОЗ и ЗРЗ

Критерий качества построенной модели	Фактическое значение		Критическое значение		Условие соответствия		Выводы
	ОЗ	ЗРЗ	ОЗ	ЗРЗ	ОЗ	ЗРЗ	
Коэффициент детерминации R^2	0,7	0,6	Шкала Чедока		$R^2 > 0,7$	$R^2 > 0,6$	Условие соблюдено.
Коэффициент Фишера F	12,2	8,9	3,072		$F_{табл} < F_{набл}$		Условие соблюдено.
Значения t-критерия Стьюдента для коэффициентов модели							
Градостроительный	-4,6	-	2,078	2,080	$t_{табл} < t_{набл}$		Соответствует. Коэффициенты уравнения значимы
Исторический	3,2	-					
Обладание просветительской, патриотической, духовно-эстетической ценностью	-2,9	-					
Степень уникальности технического возведения сооружения, новейших строительных материалов и технологий, конструктивного решения	-2,3	-					
Культурный фактор	-	2,64					
Охранный фактор	-	2,23					
Функциональный фактор	-	-4,7					

Продолжение таблицы 5

Критерий качества построенной модели	Фактическое значение		Критическое значение		Условие соответствия		Выводы
	ОЗ	ЗРЗ	ОЗ	ЗРЗ	ОЗ	ЗРЗ	
Фактор «Уникальность природного ландшафта и гидрологии»	-	-2,5					
Анализ остатков							
Критерий Дарбина-Уотсона	1,41	1,47	dL=1,04 dU=1,77	dL < d < dU		Между остатками отсутствует автокорреляция	
Критерий Колмогорова-Смирнова	0,59	0,51	$\lambda_{0,05}=1,36$	$\lambda_{набл} < \lambda_{крит}$		Остатки распределены нормально	

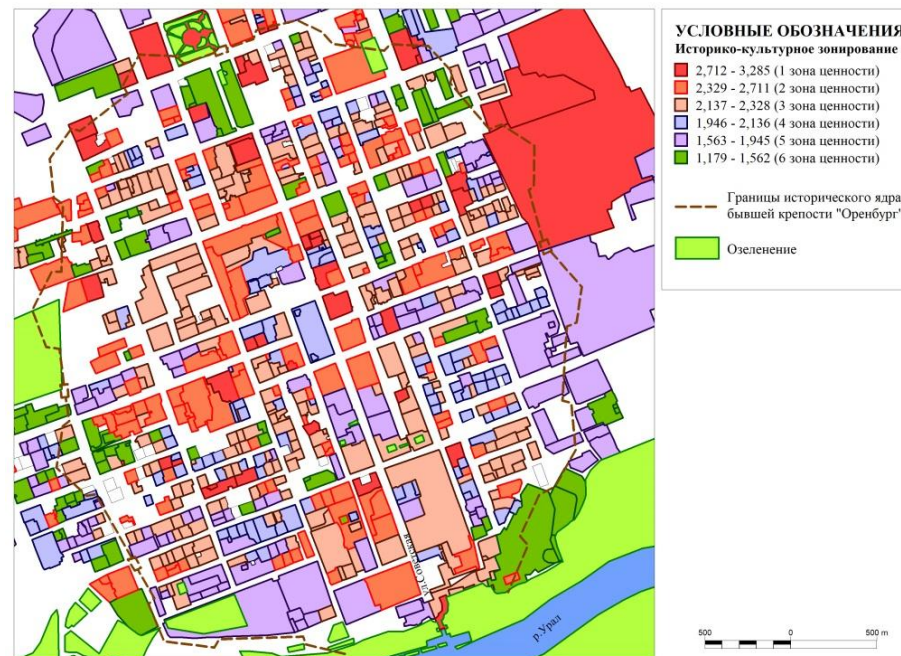


Рисунок 4 – Карта-схема зонирования земельных участков, расположенных в Центральном районе Оренбурга, по историко-культурной ценности

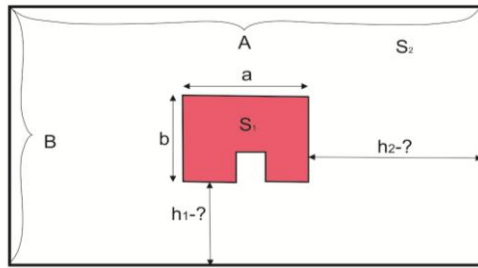


Рисунок 6 – Расчет площади здания и зоны охраны ОКН (прямоугольником изображены начальные границы зоны)

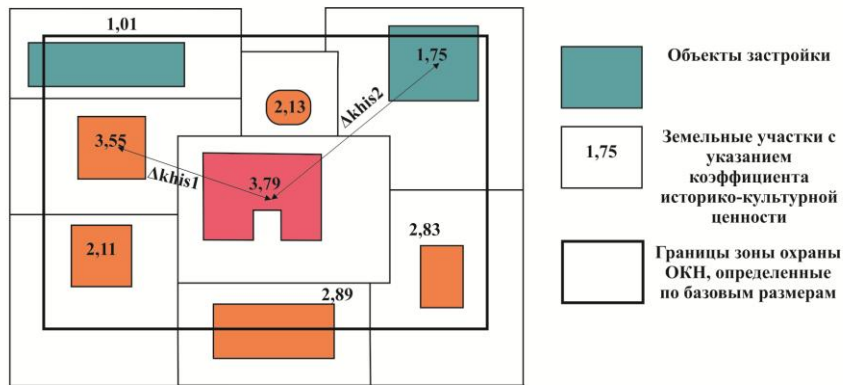


Рисунок 7 – Определение коэффициентов историко-культурной ценности земельных участков

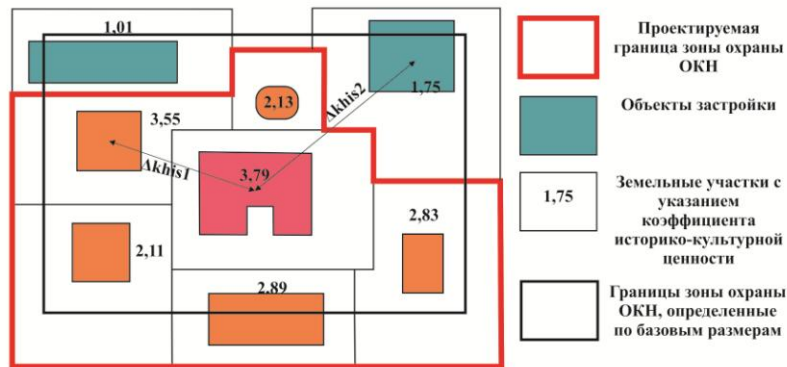


Рисунок 8 – Принцип расчета разницы коэффициентов историко-культурной ценности

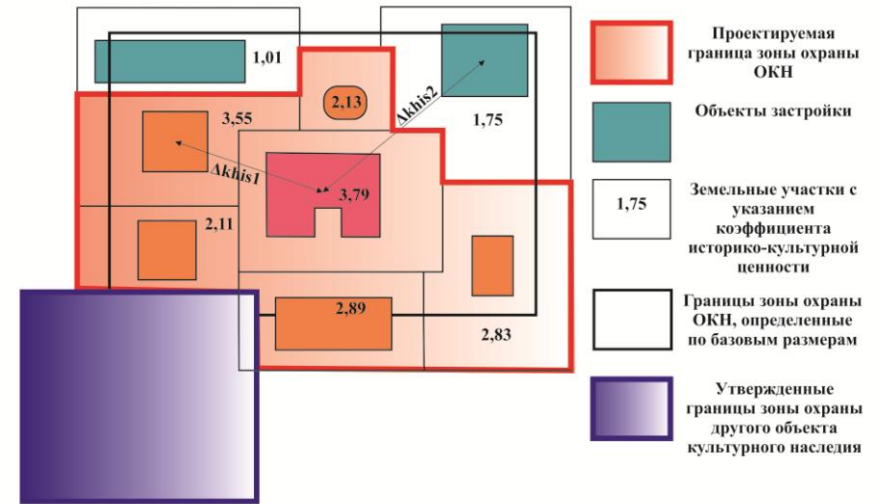


Рисунок 9 – Схема проектирования границ зон ОКН на основе историко-культурной ценности ЗУ

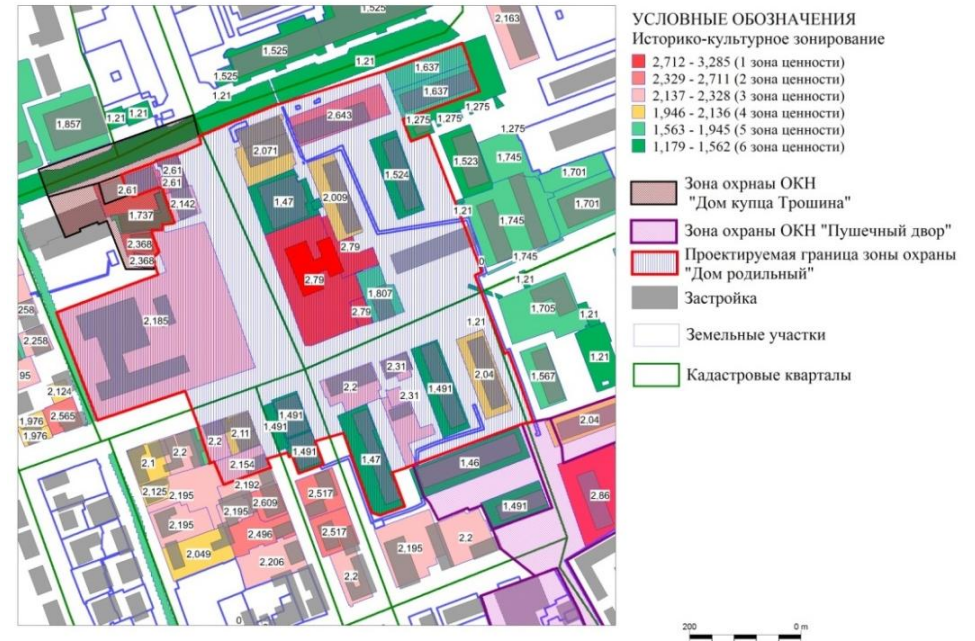


Рисунок 10 – Зоны охраны объектов культурного наследия, спроектированные по предлагаемому методу