

Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение
высшего образования
«Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации»

На правах рукописи

Азаров Данила Владимирович

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ
ИНСТРУМЕНТАРИЯ СТОИМОСТНОЙ
ОЦЕНКИ КОРПОРАТИВНЫХ ЗЕМЕЛЬНЫХ
УЧАСТКОВ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО
НАЗНАЧЕНИЯ

5.2.4. Финансы

ДИССЕРТАЦИЯ
на соискание ученой степени
кандидата экономических наук

Научный руководитель

Стерник Сергей Геннадьевич,
доктор экономических наук, профессор

Москва – 2026

Оглавление

Введение	4
Глава 1 Теоретические основы стоимостной оценки корпоративных земельных участков производственного назначения статистическими инструментами	15
1.1 Эволюция организационных и методических подходов к стоимостной оценке земельных участков статистическими методами в российской и зарубежной практике.....	15
1.2 Современные направления развития методологии стоимостной оценки земельных участков статистическими инструментами.....	30
1.3 Принцип межкатегориального анализа в сравнительном подходе к стоимостной оценке земельных участков производственного назначения на узких рынках.....	42
Глава 2 Построение общего алгоритма индивидуальной стоимостной оценки корпоративных земельных участков производственного назначения статистическими инструментами.....	59
2.1 Кластеризация земельного фонда Мурманской области и анализ факторов формирования стоимости земельных участков, вовлеченных в рыночный оборот, по данным кадастровой оценки.....	59
2.2 Кластеризация рынка купли-продажи земельных участков Мурманской области и анализ характеристик сегмента земельных участков производственного назначения.....	81
2.3 Разработка алгоритма учета факторов формирования стоимости корпоративных земельных участков производственного назначения в целях применения статистических инструментов для стоимостной оценки.....	97

Глава 3 Разработка комплексного метода стоимостной оценки корпоративных земельных участков производственного назначения статистическими инструментами	113
3.1 Институциональные условия и научно-практические проблемы внедрения машинного обучения в профессиональную стоимостную оценку корпоративных земельных участков производственного назначения.....	113
3.2 Построение и апробация регрессионной модели рынка земельных участков Мурманской области на основе фиктивных переменных.....	121
3.3 Разработка и апробация модели машинного обучения для стоимостной оценки корпоративных земельных участков производственного назначения.....	134
Заключение.....	148
Список сокращений и условных обозначений	150
Список литературы	152
Приложение А Процессная схема разработки модели машинного обучения для оценки удельной стоимости земельных участков производственного назначения.....	180
Приложение Б Расчетный фрагмент кода разработанной модели Random Forest.....	181

Введение

Актуальность темы исследования. Развитие стоимостной оценки земельных участков в составе имущественных комплексов компаний (далее – корпоративных земельных участков) производственного назначения необходимо для решения ряда экономических задач государства и бизнеса.

Доля земель производственного и иного несельскохозяйственного назначения среди частных участков невелика, однако в государственной и муниципальной собственности находятся значительные площади, которые могут быть использованы для промышленных целей. Например, в федеральной собственности зарегистрировано 6 208,4 тыс. га, в собственности субъектов Российской Федерации – 11 300,8 тыс. га, в муниципальной – 17 949,2 тыс. га. В 2025 году доля земельных активов производственного назначения в портфелях инвестиционных фондов увеличилась на 18% по сравнению с 2023 годом. Это связано с активным развитием инфраструктуры, строительством промышленных парков. Рост стоимости и спроса на землю вблизи транспортных коридоров и промышленных парков подтверждает стратегическую важность этих участков для развития промышленности. В 2025 году участки рядом с новыми железными дорогами подорожали на 40-60% за два года.

В настоящее время инструменты и методы сбора, обработки и моделирования информации в целях стоимостной оценки корпоративных земельных участков производственного назначения недостаточно совершенны в условиях дефицита достоверных статистических рыночных данных.

Поэтому актуальной является научно-практическая задача обеспечения эффективного методического инструментария стоимостной оценки корпоративных земельных участков производственного назначения с использованием современных статистических моделей, позволяющего повысить информативность, достоверность и точность оценки, в том числе,

на основе технологий машинного обучения, что и обусловило выбор темы исследования.

Степень разработанности темы исследования. Методы и инструменты массовой и индивидуальной оценки земельных активов разрабатывались в российской и зарубежной науке в последние два десятилетия многими авторами, среди которых Р.Б. Абидоие [51], П.Э. Бидансет [52; 53], Е.Н. Быкова [61], В.К. Варгас-Кальдерон [175], Н.В. Волович [63; 92], А.П. Гаврилов [85], Р.Дж. Глаудеманс [72; 73], К. Иланфельдт [148], С. Ли [178], А.В. Пылаева [87], М.А. Сандерман [80], М.А. Скатов [91], С.Г. Стерник [110], Б.Д. Уоллер [76], Р.Д. Уорд [77], Цз. Ци [135], П. Чешир [146], М. Чэнь [137], Н.М. Якупова [90], Х.Дж. Ян [140] и другие.

Указанными авторами внесен существенный вклад в развитие стоимостной оценки земельных участков, в том числе – и как активов бизнеса. Однако в публикациях перечисленных авторов не выделялись важные аспекты индивидуальной стоимостной оценки корпоративного земельного участка производственного назначения статистическими инструментами, в том числе – с применением технологий машинного обучения, в связи с рядом теоретических и практических ограничений, на устранение или снижение которых и направлена настоящая работа (как правило, корпоративные земельные участки производственного назначения - это объекты узких рынков с малым предложением и специализированным покупателем, требующие специального целевого подхода при сборе информации об аналогах по специализированным параметрам, что требует совершенствования теоретических, методических и практических положений комплексного применения статистического инструментария и технологий машинного обучения).

Цель исследования – развитие теоретических положений, связанных с особенностями, принципами и факторами стоимости корпоративного земельного участка производственного назначения, и методического

инструментария его стоимостной оценки на основе применения статистических моделей и технологии машинного обучения.

Для достижения вышеуказанной цели поставлены и решены следующие **задачи**:

1) выявить и систематизировать особенности корпоративных земельных участков производственного назначения как объектов стоимостной оценки активов;

2) сформулировать базовые методические принципы разработки и применения статистических инструментов стоимостной оценки корпоративных земельных участков производственного назначения с учетом их особенностей как объектов оценки активов;

3) классифицировать факторы формирования стоимости корпоративных земельных участков производственного назначения в целях обоснования алгоритма их индивидуальной стоимостной оценки при помощи статистических инструментов, включая технологии машинного обучения;

4) обосновать универсальный алгоритм индивидуальной стоимостной оценки сравнительным подходом корпоративных земельных участков производственного назначения при помощи статистических инструментов, включая технологии машинного обучения;

5) разработать комплексный метод индивидуальной стоимостной оценки сравнительным подходом корпоративных земельных участков производственного назначения на основе иерархического применения дискретного кластерного анализа, регрессионного факторного анализа и модели машинного обучения.

Объект исследования: стоимость корпоративного земельного участка производственного назначения как актива компании.

Предмет исследования: финансово-экономические отношения, формирующиеся при стоимостной оценке корпоративного земельного участка с использованием статистических моделей, включая машинное обучение.

Область исследования соответствует п. 16. «Оценочная деятельность. Оценка стоимости предприятия (бизнеса), активов и прав» Паспорта научной специальности 5.2.4. Финансы (экономические науки).

Методология и методы исследования. Для выявления и систематизации экономико-правовых особенностей корпоративных земельных участков производственного назначения как объектов стоимостной оценки активов использовался анализ нормативно-правовой базы землепользования и оценочной деятельности в Российской Федерации, а также российских и зарубежных научных и прикладных экспертных публикаций.

Для модернизации существующих методических подходов к стоимостной оценке корпоративных земельных участков использовалось дискретное пространственно-параметрическое моделирование рынка, регрессионное моделирование на основе фиктивных переменных, регионального рыночного массива предложений на продажу земельных участков (9137 наблюдений), а также моделирование методами машинного обучения того же массива со стратифицированным разделением его на обучающую (тренировочную) и тестовую выборки и сравнительный анализ статистической значимости и достоверности расчетных результатов трех моделей (дискретной, регрессионной и модели машинного обучения).

Информационной базой исследования явились законодательные и нормативные акты, работы отечественных и зарубежных авторов, посвященные проблемам стоимостной оценки земельных участков статистическими методами, данные агрегаторов рыночной информации о ценах на земельные участки и других характеристиках земельных участков, а также цены на жилую и коммерческую недвижимость в рамках межкатегориального сравнительного анализа.

Научная новизна исследования заключается в теоретическом обосновании методического инструментария стоимостной оценки корпоративных земельных участков производственного назначения

(выявление особенностей объекта оценки, классифицирование факторов формирования стоимости и обоснование специализированных принципов оценки), включающего авторский алгоритм оценки путем последовательного применения на одной выборке трех видов статистических моделей (дискретной, регрессионной и модели машинного обучения), а также разработку и апробацию метода оценки, представляющего комплекс трех авторских моделей на основе указанного алгоритма и научно-практических рекомендаций по его применению.

Положения, выносимые на защиту:

1) определены особенности корпоративных земельных участков производственного назначения как объектов стоимостной оценки активов (многофункциональность, многоформатность, сложность стоимостного учета публичных ограничений и обременений, многоконтурность, неопределенность градостроительного развития на разных этапах жизненного цикла). Выявленные особенности позволили сформулировать необходимые базовые методические принципы разработки и применения статистических инструментов стоимостной оценки корпоративных земельных участков производственного назначения, включая машинное обучение (С. 44-51);

2) сформулированы базовые методические принципы разработки и применения статистических инструментов стоимостной оценки корпоративных земельных участков производственного назначения, включая машинное обучение: а) принцип межкатегориального анализа, заключающийся в необходимости учитывать статистический массив не только аналогов в функциональном сегменте объекта оценки (производственном), но и во всех функциональных сегментах локального или регионального земельного рынка; б) принцип поэтапной кумулятивной (по мере накопления информации о значимых факторах) стоимостной оценки корпоративного земельного участка производственного назначения. Указанные принципы позволили классифицировать факторы формирования стоимости корпоративных земельных участков производственного назначения в целях

статистического анализа по признаку оптимизации их фундаментальной значимости и информационной доступности, а также обосновать алгоритм индивидуальной стоимостной оценки корпоративных земельных участков производственного назначения статистическими методами, включая машинное обучение, обеспечивающий реализуемость и достоверность оценки (С. 51-56; 106-107);

3) с учетом сформулированных базовых методических принципов классифицированы факторы формирования стоимости корпоративных земельных участков производственного назначения в целях статистического анализа по признаку оптимизации их фундаментальной значимости и информационной доступности на: 1. базовые факторы, без определения которых оценка не проводится (местоположение, функциональное назначение и площадь), формирующие базовую удельную рыночную стоимость; 2. объективные дополнительные индивидуальные факторы, формирующие индивидуальную рыночную стоимость – совокупность любых качественных и количественных (физических, географических, технических, правовых, экономических, маркетинговых и других) релевантных признаков, используемых в индивидуальной оценке по мере доступности информации о них в описании предложения или в дополнительных объективных источниках (Единой цифровой платформе «Национальная система пространственных данных», ГИС-системах, органах статистики и других); 3. субъективные индивидуальные факторы, уточняющие индивидуальную рыночную стоимость, учет которых применяется выборочно вручную, по очередности – после учета объективных факторов, и только при достоверном обосновании целесообразности и методов применения: корректировки на торг, дату оценки, вид права и условия финансирования сделки.

Полученная классификация позволила обосновать алгоритм индивидуальной стоимостной оценки корпоративных земельных участков производственного назначения статистическими методами, включая

машинное обучение, обеспечивающий реализуемость и достоверность оценки (С. 97-105);

4) с учетом разработанной классификации факторов формирования стоимости обоснован алгоритм индивидуальной стоимостной оценки сравнительным подходом корпоративных земельных участков производственного назначения статистическими методами, в том числе методами машинного обучения, включающий следующие этапы: 1. выполняемый вручную этап кластеризации массива рыночного предложения на основе модернизированной методологии дискретного пространственно-параметрического моделирования; 2. выполняемый вручную этап модернизированного регрессионного факторного анализа этого же массива данных для уточнения и ранжирования факторов формирования стоимости по статистической значимости; 3. собственно разработка и применение модели машинного обучения на этом же массиве данных с использованием ранее сформированной кластеризации рынка и выявленной значимости факторов формирования стоимости.

Полученный алгоритм обеспечивает реализуемость и достоверность оценки сравнительным подходом рыночной стоимости корпоративных земельных участков производственного назначения в целях купли-продажи на открытом рынке, а также позволяет использовать полученную величину как верхнюю границу допустимой кадастровой стоимости при ее оспаривании (С. 107-110);

5) в соответствии с обоснованным алгоритмом разработан и апробирован авторский комплексный метод индивидуальной стоимостной оценки корпоративных земельных участков производственного назначения сравнительным подходом на примере регионального массива из 9 137 публичных рыночных предложений на продажу земельных участков при помощи модели машинного обучения в совокупности с иерархически последовательно применяемыми модернизированными дискретной и регрессионной моделями.

Полученный результат в совокупности обеспечивает развитие методического инструментария индивидуальной стоимостной оценки корпоративных земельных участков производственного назначения на основе применения статистических инструментов и машинного обучения (С. 113-146).

Теоретическая значимость работы заключается в развитии теории, методов и инструментов оценки стоимости земельных участков производственного назначения как активов компании с помощью статистических моделей и методов машинного обучения, включающего теоретические положения (описание особенностей объекта оценки, обоснование специальных принципов оценки и классификацию факторов формирования стоимости в целях статистического анализа и моделирования). Выводы исследования послужили развитию теории оценочной деятельности в части учета особенностей корпоративных земельных участков производственного назначения как объектов оценки активов, принципов их статистического стоимостного анализа и факторов формирования их стоимости в рамках сравнительного подхода к индивидуальной стоимостной оценке статистическими инструментами.

Практическая значимость работы заключается в разработке алгоритма индивидуальной стоимостной оценки сравнительным подходом корпоративных земельных участков производственного назначения статистическими методами, авторского комплексного метода индивидуальной стоимостной оценки корпоративных земельных участков производственного назначения при помощи модели машинного обучения в совокупности с иерархически последовательно применяемыми модернизированными дискретной и регрессионной моделями в соответствии с разработанным алгоритмом, а также научно-практических рекомендаций по применению указанного комплексного метода.

Информационная база исследования включает нормативные источники, работы отечественных и зарубежных авторов, посвященные

проблемам стоимостной оценки земельных участков статистическими методами, данные агрегаторов рыночной информации о ценах на земельные участки и других характеристиках земельных участков, а также цены на жилую и коммерческую недвижимость в рамках межкатегориального сравнительного анализа.

Степень достоверности, апробация и внедрение результатов исследования. Достоверность результатов исследования обеспечена научной преемственностью с существующими теориями и Федеральными стандартами стоимостной оценки.

Научные результаты исследования представлены в публикациях и докладах на научно-практических конференциях: на XVIII Международном научном конгрессе «Роль бизнеса в трансформации общества – 2023» (Москва, Университет «Синергия», 10-14 апреля 2023 г.); на V Всероссийской научно-практической конференции «Финансы и корпоративное управление в меняющемся мире» (Москва, Финансовый университет, 28 сентября 2023 г.); на Международном научном конгрессе «Роль бизнеса в трансформации общества – 2024» (Москва, Университет «Синергия», 8-12 апреля 2024 года).

Результаты диссертации, представленные научно-практическими рекомендациями по стоимостной оценке корпоративных земельных участков производственного назначения сравнительным подходом с использованием статистических инструментов, включая технологии машинного обучения, используются в деятельности СРО «Союз «Федерация Специалистов оценщиков» при проведении плановых и внеплановых проверок отчетов об оценке рыночной стоимости земельных участков, в том числе – в целях оспаривания их кадастровой стоимости, а так же при экспертизе отчетов об оценке на соответствие федеральному закону об оценочной деятельности и федеральным стандартам оценки. Разработанный методический инструментарий позволил повысить достоверность и точность оценки стоимости корпоративных земельных участков производственного назначения.

Материалы диссертации внедрены в деятельность ООО «Институт оценки собственности и финансовой деятельности». Результаты диссертации, представленные теоретическими положениями (типология стоимости, определяемой в процессе оценки статистическими инструментами как накопительного итерационного результата, в зависимости от учтенных факторов, по которым удается получить достоверные данные, на базовую удельную стоимость на основании базовых параметров – местоположение, функция, физический размер (без наличия данных по которым оценка не проводится), и уточненную удельную стоимость на основании субъективных индивидуальных дополнительных факторов и объективных дополнительных факторов), а также методическими положениями (типовые модели определения удельной стоимости земельных участков при помощи статистических методов в рамках сравнительного подхода индивидуальной или массовой оценки с использованием различных методов, таких как дискретное моделирование, регрессионное моделирование и модели машинного обучения) позволили обеспечить не только повышение точности и обоснованности рыночной и кадастровой оценки земельных участков в практической деятельности компании, но и рекомендовать их рабочей группе Минэкономразвития России для включения в качестве рекомендаций в доработанный вариант Федерального стандарта оценки ФСО7 «Оценка недвижимости».

Апробация и внедрение результатов исследования подтверждены соответствующими документами.

Публикации. Основные положения диссертационного исследования отражены в 5 работах общим объемом 4,83 п.л. (авторский объем 4,08 п.л.), опубликованных в рецензируемых научных изданиях, определенных ВАК при Минобрнауки России.

Структура и объем диссертации обусловлены целью и задачами исследования. Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения, списка сокращений и условных обозначений, списка литературы,

включающего 185 наименований, двух приложений. Текст диссертации изложен на 182 страницах, содержит 20 таблиц, 11 рисунков, 9 формул.

Глава 1

Теоретические основы стоимостной оценки корпоративных земельных участков производственного назначения статистическими инструментами

1.1 Эволюция организационных и методических подходов к стоимостной оценке земельных участков статистическими методами в российской и зарубежной практике

Необходимость ускоренной реорганизации всех сфер социально-экономической жизни, включая земельные отношения, возникла в связи с трансформацией Российской Федерации от планово-административной экономики к рыночной. В новых экономических условиях роль стоимостной оценки земельных участков производственного назначения существенно возросла, превратившись в ключевой инструмент регулирования земельно-имущественных отношений и повышения эффективности использования земель. Целями использования данного инструмента при определении рыночной стоимости являются первичные аукционы по отчуждению государственных и муниципальных земельных участков производственного назначения (продажа, аренда, инвестиционные контракты, концессия и другое), вторичные сделки между частными собственниками (купля-продажа, аренда, внесение в уставный капитал и другое), и сделки в рамках банковской деятельности (зalog, внесение в уставный капитал и другое). Целью стоимостной оценки земельных участков производственного назначения при определении кадастровой стоимости методами индивидуальной и массовой оценки является налогообложение [1], вместе с тем оценка рыночной стоимости позволяет использовать полученную величину как верхнюю границу допустимой кадастровой стоимости при ее оспаривании.

В развитие статистических инструментов сравнительного подхода в индивидуальной оценке недвижимости огромный вклад внесен именно методологами массовой оценки в силу актуальности и общественной значимости целей кадастрового учета и налогообложения. Поэтому представленный ниже анализ иллюстрирует, как историческая необходимость эффективного применения кадастровой (массовой) оценки привела к существенному методическому развитию статистических методов и инструментов в рамках сравнительного подхода к индивидуальной стоимостной оценке.

Основные представления о методах дискретного (кластерного) и регрессионного моделирования в оценке недвижимости сравнительным подходом. Федеральный стандарт оценки № 7 (далее – ФСО 7) указывает, что «в зависимости от имеющейся на рынке исходной информации в процессе оценки недвижимости могут использоваться качественные методы оценки (относительный сравнительный анализ, метод экспертных оценок и другие методы), количественные методы оценки (метод регрессионного анализа, метод количественных корректировок и другие методы), а также их сочетания...» [2].

В работе Грибовского С.В. «Оценка недвижимости для налогообложения» 2006 года отмечается, что для кадастровой оценки земельных участков возможно использование сравнительного подхода (кластерный или регрессионный анализ). Он указывает на то, что ФСО 7 предусматривает применение количественных методов и инструментов как для индивидуальной, так и для «массовой оценки, включая метод количественных корректировок и другие методы» [3].

Согласно ФСО 7, статистические инструменты сравнительного подхода имеют универсальный характер и методологическую общность, что позволяет эффективно применять их как при массовой, так и при индивидуальной оценочной деятельности, что совпадает, например, с мнением Барина Н.П. и Грибовского С.В., выраженным в работе 2016 года «О распределении цен

на рынке недвижимости и «смещенных» оценках рыночной стоимости»: «Результатом проведения сравнительного анализа является выборка скорректированных цен, относящихся (с точностью до погрешностей внесения корректировок) к одному объекту – оцениваемому... Аналогичная идея реализуется в многомерном регрессионном анализе с той лишь разницей, что корректировка не вычисляется в явном виде, а используется модельное регрессионное среднее при значениях ценообразующих свойств (факторов), присущих объекту оценки» [4].

В упомянутой выше работе Грибовского С.В. о методологии оценки недвижимости в целях налогообложения дается и краткая характеристика различий, достоинств и недостатков двух основных статистических инструментов стоимостной оценки в рамках сравнительного подхода: «Наряду с методом корреляционно-регрессионного анализа для массовой оценки можно использовать методологию кластерного анализа. Для целей массовой оценки эта методология, в некоторых случаях может быть значительно проще с точки зрения практической реализации. Основная идея этой методологии состоит в том, что модель массовой оценки создается путем сечения или группировки исходного множества данных о ценах объектов недвижимости по ценообразующим факторам, в наибольшей степени коррелирующим с ценами объектов, и расчета коэффициентов модели путем сравнения средних значений исходного и усеченного множеств. При использовании кластерного анализа отдельные данные о ценах объектов недвижимости по каким-то общим для всех признакам объединяются в группы (кластеры). В каждой группе рассчитывается средняя групповая стоимость, которая при некоторых допущениях принимается в качестве рыночной стоимости объекта недвижимости, представляющим конкретную группу. Средняя групповая стоимость и используется для построения моделей оценки стоимости. Такой подход позволяет, во-первых, «сжать» информацию, полученную в ходе наблюдений, так как вместо всей собранной совокупности наблюдений для построения моделей используются групповые средние. Во-вторых, за счет

усреднения цен в группах минимизируются случайные отклонения цен от «истинных» их значений. В конечном итоге это позволяет достаточно эффективно выявить ценовые закономерности, присущие рынку объекта оценки, и построить более достоверные модели оценки стоимости» [3].

Необходимо подчеркнуть, что в Российской Федерации практическое применение инструмента корреляционно-регрессионного анализа и моделирования (далее – КРМ) в стоимостной оценке недвижимости реализовалось несколько раньше, чем так называемое ценовое зонирование (синоним – дискретный статистический кластерный анализ). В ходе работы над отчетом «Разработка методики определения уровня арендной платы за нежилые помещения в Санкт-Петербурге» проведен анализ рыночной цены с применением массовой оценки. Процесс массовой оценки включал два этапа: создание общей модели и ее корректировка. Общая модель отражает динамику спроса и предложения на рынке недвижимости, а корректировка модели включает в себя адаптацию математических формул в процессе ее использования [5].

В условиях информационной неопределенности на развивающемся российском рынке практика массовой оценки земли по зарубежным методикам столкнулась с трудностями, несмотря на то, что в конце 90-х годов эти методики успешно применялись на развитых и информационно открытых рынках стран с долгой историей рыночных традиций.

В это же время, в 1997 году, Стерником Г.М. и соавторами начала развиваться на научном уровне [6; 7] и в 2001 году впервые реализована на практике по государственному заказу [8] «альтернативная методология кластерного анализа или, в терминологии автора, дискретного пространственно-параметрического моделирования (далее – ДППМ), специально адаптированная к условиям Российской Федерации» [9]. «Методология ДППМ получила дальнейшее признание на научном и на государственном уровне» [82], а также в 2004-2005 гг. получила математическую формализацию благодаря Грибовскому С.В. в совместных

работах с Федотовой М.А. и Стерником Г.М., в том числе в целях индивидуальной и массовой оценки недвижимости по государственному заказу [10; 11; 12], а также внедрена не только в Российской Федерации, но и в странах Центральной и Восточной Европы, а также Средней Азии. С 2007 года развитие методологии ДППМ для стоимостной оценки недвижимости продолжено Стерником С.Г. [13; 14], а с 2010 года – Лапко К.С. [15].

Таким образом, методология ДППМ первоначально разработана и использовалась как инструмент анализа рынка недвижимости. Затем, как показано выше, область применения методологии расширилась на задачу индивидуальной и массовой оценки объектов недвижимости в рамках сравнительного подхода. Для построения системы индексов рынка недвижимости стало крайне важным использование данной методологии для определения средних рыночных показателей в работе Стерника С.Г. в 2009 году [16]. В исследовании [17] расширен круг применения методов ДППМ, а именно для статической интерполяции в пространственно-параметрическом прогнозировании для маркетинговых показателей в условиях малых кластеров с ограниченным объемом данных, а также в специализированных сегментах рынка, где предложения либо минимальны, либо отсутствуют вовсе (так называемые узкие рынки). В процессе также сделаны шаги по усовершенствованию и формализации методики создания ДППМ. Под узкими рынками, в соответствии с общепринятой экономической теорией авторы понимают рынки с ограниченным спросом и предложением и с узким кругом специализированных покупателей в силу специфики товара. К таковым, по обоим указанным признакам, безусловно можно отнести и рынок земельных участков производственного назначения.

Эволюция и основные организационно-методические проблемы массовой оценки недвижимости сравнительным подходом. Несмотря на более чем 30-летнюю историю развития института массовой оценки

в Российской Федерации, в последние годы выявлены существенные недостатки и методологические ошибки в практическом применении массовой стоимостной оценки земель производственного назначения, что препятствует дальнейшему совершенствованию этого процесса [18; 19]. В настоящем разделе представлен анализ эволюции методических подходов к массовой оценке рыночной и кадастровой стоимости промышленных земель в Российской Федерации и за рубежом, что позволило выработать рекомендации для дальнейшего совершенствования отечественных методик.

Методические подходы к массовой оценке стоимости земельных участков производственного назначения «играют ключевую роль в управлении земельными ресурсами, а также и в налогообложении как на национальном, так и на местном уровне» [20]. В последние десятилетия произошли значительные изменения в экономике, обусловленные как развитием технологий, так и изменениями в законодательстве. Эти изменения оказали значительное влияние на процесс массовой оценки, его точность и объективность, что, в свою очередь, сказалось на эффективности управления земельными ресурсами.

«Развитие автоматизированных систем оценки, улучшение доступности и качества данных, а также интеграция международных стандартов в национальные методики» стали важными вехами в эволюции подходов к массовой оценке [1]. В частности, введение новых законодательных норм в разных странах направлено на повышение прозрачности и точности оценочных процедур. В Российской Федерации эти процессы также набирают силу, и понимание глобальных тенденций в этом контексте позволяет адаптировать зарубежный опыт к отечественной практике.

Понимание эволюции методических подходов к массовой оценке стоимости земельных участков производственного назначения важно не только для теоретического осмысления, но и для практического применения в управлении земельными ресурсами.

Целью анализа основных этапов эволюции методических подходов к массовой оценке стоимости земли является выявление проблем индивидуальной стоимостной оценки земельных участков производственного назначения статистическими методами и дальнейший поиск путей их решения. Для этого необходимо:

- определить основные этапы эволюции методических подходов к массовой стоимостной оценке промышленных земель;
- проанализировать различия между российской и зарубежной практикой;
- оценить влияние изменений и различий в массовой оценке на точность и объективность оценок.

Основные этапы эволюции методических подходов к массовой стоимостной оценке земельных участков производственного назначения в Российской Федерации за период с 1994 по 2024 год. С момента распада СССР и начала рыночных реформ в Российской Федерации возникла необходимость создания новой системы массовой стоимостной оценки земельных участков для налогообложения, которая соответствовала бы требованиям рыночной экономики [21]. В условиях перехода к рыночным отношениям государство вынуждено разрабатывать и внедрять методические подходы, которые могли бы обеспечивать справедливую и объективную оценку стоимости земельных участков, в том числе и для целей налогообложения. Данный процесс непростой и многосложный, что привело к нескольким волнам изменений и корректировок в методологии массовой оценки земли, в том числе применительно к земельным участкам производственного назначения.

1-й этап – конец 1994-2000 г.: первоначальная разработка и внедрение методологии. Законодательные основы и первые методики. В 1994 году Институт экономического развития при Всемирном банке реконструкции и развития провел семинар, на котором Российской Федерации впервые представили методологию оценки объектов недвижимости. Это событие

положило начало процессу адаптации западных моделей определения стоимости недвижимого имущества к особенностям российского рынка [22]. Важной задачей стала адаптация методологии в связи с быстрым развитием рыночных отношений в Российской Федерации. В 1997 году переведена и издана в Российской Федерации книга Джозефа Эккерта, в которой рассматривается методика оценки и налогообложения объектов недвижимости, а также представлены принципы массовой оценки недвижимости [23]. Эта работа стала фундаментом для дальнейшего развития методологии массовой оценки недвижимости в Российской Федерации.

Период конца 1990-х годов ознаменовался принятием первых законодательных актов, регулирующих стоимостную оценку земельных участков в Российской Федерации.

Российские специалисты активно изучали и адаптировали международный опыт в создании методологической базы для массовой стоимостной оценки недвижимости. Особое внимание они уделяли стандартам Международного общества налоговых оценщиков, которые подробно раскрывают методы и содержание массовой оценки [27]. Международные стандарты стали важным ориентиром для разработки российских нормативных документов, что обеспечило интеграцию лучших мировых практик в российскую систему массовой оценки [28].

Первые методики столкнулись с рядом существенных проблем, среди которых можно выделить [29]:

- недостаток рыночной информации: отсутствие данных о сделках с земельными участками производственного назначения затрудняло применение сравнительного подхода;
- неоднородность российских региональных рынков земельных участков: экономическое развитие регионов Российской Федерации сильно отличалось, что приводило к существенным расхождениям в стоимости земельных участков;

- отсутствие единых стандартов: на начальном этапе не существовало единых стандартов оценки, что приводило к значительным различиям в методологии массовой оценки на местах.

2-й этап – с 2001 по 2015 г.: формирование и совершенствование методологии массовой оценки. В начале 2000-х годов Правительство Российской Федерации начало активно заниматься вопросами совершенствования системы оценки земельных участков.

В 2007 году принят Федеральный закон «О кадастровой деятельности» от 24.07.2007 № 221-ФЗ [30], на протяжении этого этапа активно развивается стандартизация оценочной деятельности.

В 2001 году приняты первые национальные стандарты оценки: Постановление Правительства Российской Федерации от 06.07.2001 № 519 «Об утверждении стандартов оценки» [31], которые действовали с 2001 по 2007 год.

В 2007 году утверждены Приказом Минэкономразвития Российской Федерации новые федеральные стандарты оценки (ФСО № 1 – ФСО № 3) [32; 33; 34], которые действовали с 2007 по 2015 г.

В 2010 году принят новый Федеральный стандарт оценки «Определение кадастровой стоимости объектов недвижимости (ФСО № 4)» [35]. В 2014-2016 гг. введены новые федеральные стандарты оценки, их состав значительно расширен, введены не только общие стандарты ФСО № 1-3 [36; 37; 38], но также и специализированные федеральные стандарты оценки, в том числе Федеральный стандарт оценки «Оценка недвижимости (ФСО № 7)» [2], Федеральный стандарт оценки «Оценка для целей залога (ФСО № 9)» [39], введены федеральные стандарты оценки по определению ликвидационной и инвестиционной стоимости [40; 41]. Общие стандарты оценки ФСО № 1-3, а также ФСО № 12 и ФСО № 13 перестали действовать с момента вступления в действие новых федеральных стандартов оценки в 2022 году [42], а также ожидается обновление специализированных стандартов оценки в ближайшее время, например ФСО № 7 еще действует,

но только до момента принятия нового специализированного федерального стандарта по оценке недвижимости.

Результатами этого этапа стали:

- «использование массовой оценки для определения кадастровой стоимости, ставшей налоговой базой для земельного налога с 2006 года» [23];

- в Российской Федерации в период с 2008 по 2009 г. Международный банк реконструкции и развития реализовал проект, который заключался в разработке и тестировании механизма массовой кадастровой оценки объектов;

- в период с 2010 по 2011 г. реализован проект под названием «Исследование влияния введения налога на недвижимость, основанного на общей оценке стоимости недвижимости, на социально-экономическое состояние» на территории двух регионов – Республики Татарстан и Калужской области;

- в период с 2010 по 2012 год проведены работы в каждом регионе Российской Федерации для определения стоимости объектов строительства. Затем, в 2014 году, решено внедрить систему налогообложения, основанную на кадастровой стоимости, для объектов коммерческого и офисного назначения, которые находятся в собственности юридических лиц.

Ключевым документом в этом периоде стали «Методические рекомендации по определению рыночной стоимости земельных участков, утвержденные распоряжением Минимущества Российской Федерации от 06.03.2002 № 568-р» [43], «которые описали и унифицировали подходы и методы оценки стоимости земельных участков. А также приняты Методические рекомендации по определению рыночной стоимости права аренды земельных участков, утвержденные Распоряжением Минимущества Российской Федерации от 10.04.2003 № 1102-р» [44].

Правила и методы «кадастровой оценки земель промышленности отражена в принятом в 2003 году Приказе Росземкадастра от 20.03.2003 № П/49 «Об утверждении Методики государственной кадастровой оценки

земель промышленности и иного специального назначения и Технических указаний по государственной кадастровой оценке земель промышленности, энергетики, транспорта, связи, радиовещания, телевидения, информатики, земель для обеспечения космической деятельности, земель обороны, безопасности и земель иного специального назначения» (утв. приказом Росземкадастра от 20.03.2003 № П/49)» [45].

С 2014 года активизировались споры о кадастровой стоимости недвижимости в комиссиях и судах, где «собственники пользовались правом установления кадастровой стоимости на уровне рыночной» [19; 20].

Проблемами массовой оценки на данном этапе выступили:

- во-первых, учет индивидуальных особенностей объектов: рыночная стоимость, в отличие от кадастровой, базируется на индивидуальной оценке каждого объекта, учитывающей уникальные характеристики и особенности [20]. В текущей практике оценщики часто сталкиваются с недостатком актуальной и корректной информации о характеристиках объектов, что ведет к значительным отклонениям кадастровой стоимости от рыночной стоимости. Эта проблема является отражением более широкой проблемы состояния массовой оценки недвижимости в Российской Федерации. Вопросы методологии и пробелы в земельном и кадастровом законодательстве создавали трудности для всей системы массовой оценки, требуя более детального анализа и доработки существующих методических подходов;

- во-вторых, внутренняя несогласованность и отсутствие унификации методик и стандартов, применяемых в различных регионах [20]. В результате в разных субъектах Российской Федерации применяются различные методики и модели, что создавало как методологическую путаницу, так и снижало качество всей системы оценки.

Решение перечисленных выше проблем определило следующий этап развития массовой оценки в Российской Федерации.

3-й этап – с 2016 по 2024 г.: интеграция стандартов, методик и новых технологий. Передача полномочий государственным бюджетным

учреждениям. С 2016 года в Российской Федерации началась активная фаза модернизации системы массовой оценки в части кадастровой оценки. В 2016 году принят Федеральный закон «О государственной кадастровой оценке» № 237-ФЗ [46], сформирован институт государственных кадастровых оценщиков.

В 2017 году утверждены Приказом Минэкономразвития России от 12.05.2017 № 226 Методические указания о государственной кадастровой оценке (далее – Методические указания) [47], действующие с 2017 до 2021 года. В 2021 году Приказом Росреестра от 04.08.2021 № П/0336 утверждены действующие с 2021 года по настоящее время Методические указания о государственной кадастровой оценке [48].

Одним из ключевых нововведений стало использование «геоинформационных систем (далее – ГИС) для проведения кадастровой оценки, которые позволили значительно улучшить качество сбора и обработки данных, а также повысить точность оценки земельных участков» [19; 20; 22; 23; 49; 50; 51; 52; 53; 54; 55; 56; 57; 58; 59; 60; 61; 170].

Основной задачей шведской системы массовой оценки является обеспечение справедливого и равномерного налогообложения недвижимости, что достигается благодаря регулярным переоценкам и сбору актуальной информации о рынке недвижимости [55].

В Швеции массовая оценка недвижимости для налогообложения, осуществляемая под эгидой Министерства финансов Швеции, «распространяется на все объекты, предназначенные для жилого, коммерческого и производственного использования, принадлежащие как резидентам, так и нерезидентам» [55].

В Испании система массовой оценки недвижимости интегрирована во «всеобъемлющую кадастровую информационную систему, содержащую текстовые и графические данные» [56], формирует обширную «базу данных о городской и сельской собственности, где кадастровые стоимостные показатели рассчитываются на основе анализа рынка и сделок» [54]. Ключевая

особенность – национальная координация рыночного анализа, обеспечивающая сопоставимость данных по всей стране и их использование для налогообложения, туры оценки проводятся каждые восемь лет [28; 57]. Испанская модель подчеркивает важность регулярной актуализации данных и координации на национальном уровне, что способствует повышению точности оценки и справедливости налогообложения.

Исследуя как разные государства проводят оценку массовой недвижимости, можно обнаружить, что за процессами оценки стоят разнообразные организации: в некоторых случаях это могут быть местные власти, в других – специализированные государственные агентства, занимающиеся земельными вопросами или налогообложением.

Примеры включают в себя такие учреждения как «Служба государственных доходов», функционирующая в странах, например, Австралии, Эстонии и Дании, а также Германии и странах Балтии. Специализированные государственные структуры отвечают за оценку недвижимости и управление земельными ресурсами в некоторых европейских странах, включая Францию и Бельгию. В отличие от этого, в англоязычных странах, таких как Великобритания, Канада и США, подобные функции исполняются «национальными советами по оценке недвижимости» или «генеральными оценщиками». Кроме того, в Беларуси эти функции осуществляет «Государственный комитет по имуществу» [56].

Страны подходят к периодичности оценочных циклов по-разному: в Финляндии, Франции и Швеции процедура повторяется чаще – каждые 5-6 лет, тогда как Австралия, Бельгия, Италия и Испания предпочитают более длительные интервалы продолжительностью в 8-20 лет. Такая гибкость сроков связана с потребностью актуализировать результаты массовой оценки при колебаниях рынка или по инициативе органов местного самоуправления. [22; 54; 55; 56].

Успешная реализация системы массовой оценки объектов недвижимости, согласно международной практике, требует как

систематической актуализации информации, так и внедрения понятных и доступных методологий определения стоимости.

В Российской Федерации, как и в большинстве европейских стран, используется система массовой оценки недвижимости, которая играет ключевую роль для принятия управленческих решений и в налогообложении [58; 60]. Однако российская система массовой оценки имеет свои особенности, которые нуждаются в модернизации и совершенствовании. Например, в отличие от Германии, где оценка проводится независимой комиссией экспертов, государственные бюджетные учреждения в Российской Федерации наделены полномочиями по проведению кадастровой оценки в рамках массовой оценки имущества. Подобное распределение обязанностей потенциально негативно влияет на беспристрастность процесса определения стоимости и на возникновение конфликтов интересов [61; 62].

В Европе методология массовой оценки не унифицирована, отличается в зависимости от стран. В Австрии применяется система индексации, где «нормативная стоимость» устанавливается муниципалитетами, аналогично практике в Бельгии, где основой налогообложения выступает «потенциальный арендный доход с использованием индексируемой нормативной стоимости, также определяемой местными властями» [54; 58].

В Дании и Финляндии «налоговая база формируется на основе рыночной стоимости недвижимости, определяемой муниципалитетами», в то время как в Германии «налог на недвижимость базируется на нормативной стоимости, установленной Министерством финансов» [56].

Швеция и Нидерланды демонстрируют примеры интегрированных систем оценки, где данные кадастра, регистра недвижимости и рыночных цен объединены в единую информационную систему. В единой государственной структуре Швеции сосредоточены функции по управлению земельным кадастром, фиксации имущественных транзакций, документированию собственных прав и проведению комплексных оценочных мероприятий для налоговых целей, в Нидерландах «земельный реестр служит не только

налогообложению, но и управлению земельными ресурсами, градостроительству и статистике» [55; 58].

В Литве интеграция кадастровых данных, реестровой информации и оценочных механизмов в единую систему администрирования недвижимости способствует стимулированию рыночных процессов в секторе недвижимости и улучшению условий для получения кредитов [58]. В стране внедрена система массовой оценки, основанная на рыночных данных и интегрированная с географической информационной системой, что позволяет проводить переоценку недвижимости с учетом изменений на рынке [27].

В США организация массовой оценки различается в зависимости от штата [50]. В Канаде, в частности в провинции Онтарио, успешно внедрена система массовой оценки, осуществляемая некоммерческой корпорацией, которая ежегодно переоценивает более 4,3 миллиона объектов недвижимости [54].

Китай, несмотря на централизованную экономику, активно внедряет рыночные механизмы. В последние годы страна сталкивается с вызовами, связанными с урбанизацией и изменением использования земель. С 2010 года в более чем 10 провинциях запущены экспериментальные проекты по массовой оценке в целях налогообложения недвижимости [49]. Однако, несмотря на прогресс, процесс замедляется из-за сложностей политического и технического характера [49; 58].

Внедрение авторегрессионных моделей оценки (Automated Valuation Models – далее AVM) позволило значительно повысить точность и эффективность массовой оценки земельных участков [27; 52]. Эти системы используют алгоритмы и модели, которые учитывают широкий спектр факторов, влияющих на стоимость земли. В США и странах Европы AVM стали неотъемлемой частью процесса оценки, что позволило значительно сократить время на проведение оценочных работ и минимизировать человеческий фактор.

В Российской Федерации внедрение подобных систем только начинается, и основной задачей является адаптация их под специфику национального рынка [63].

1.2 Современные направления развития методологии стоимостной оценки земельных участков статистическими инструментами

Как показано в параграфе 1.1, для повышения достоверности и точности стоимостной оценки корпоративных земельных ресурсов необходимо развивать и внедрять методологию оценки статистическими методами с учетом современных подходов и международного опыта.

Важным элементом этой методологии должна стать система контроля качества результатов оценки, основанная на сравнении стоимости с рыночными показателями. Это позволит повысить точность и объективность оценки.

Стоимостная оценка земельных участков статистическими методами «преимущественно основывается на общепринятой в мировой практике методологии корреляционно-регрессионного моделирования» [27; 58; 62].

На рынках развитых стран с устойчивыми тенденциями успешно применяется КРМ, но для стран с развивающейся экономикой, где наблюдается ограниченная прозрачность рынка и разнородность информации, реализация данной методологии представляет серьезные трудности [49; 51; 53].

В рамках массовой оценки определение стоимости земельного участка включает этапы [27], представленные в таблице 1, в которой систематизирована логика определения кадастровой стоимости земельных участков производственного назначения с точки зрения необходимых требований и критериев выполнения каждого этапа массовой оценки.

Данная логика идентична и для индивидуальной оценки рыночной стоимости статистическими методами.

Таблица 1 – Анализ задач и критериев качества выполнения каждого этапа массовой оценки рыночной и кадастровой стоимости земельных участков производственного назначения

Этап массовой оценки	Требования к этапу	Критерии качества выполнения этапа
1	2	3
«Формирование перечня объектов оценки» [27]	«В перечне должны быть представлены все объекты оценки, расположенные на оцениваемой территории, с полным набором учетных характеристик» [48]	полнота сведений по географическому признаку и учетным характеристикам объектов оценки, а также непротиворечивость данных
«Анализ информации о рынке объектов оценки и обоснование выбора вида статистической модели оценки кадастровой стоимости» [27]	«Определить вид взаимосвязей факторов и стоимости, выявить структуру статистической модели оценки» [48]	в рамках рассматриваемой статистической модели, объекты совокупности демонстрируют свойство однородности
«Определение факторов стоимости объектов оценки» [27]	«На основе анализа рыночной информации формируется состав факторов стоимости, которые будут использоваться в модели оценки, далее сбор сведений о факторах стоимости» [48]	комплексность информации, связанной с различными элементами, и их автономность
«Сбор сведений о значениях факторов стоимости (ценообразующих факторов) объектов оценки» [27]	«Собираются сведения о значениях факторов стоимости (ценообразующих факторов) объектов оценки» [48]	надежность источника информации и достоверности сведений.
«Группировка объектов оценки» [27]	«Производится группировка объектов таким образом, чтобы группы полностью покрывали выборку объектов» [48]	для каждого вида объектов определено распределение таким образом, чтобы группы не пересекались и были однородными в рамках модели оценки и значений стоимости факторов.
«Сбор рыночной информации» [27]	«Для каждой группы объектов оценки собирается рыночная информация, включающая цены сделок (цены предложения), данные о факторах стоимости для рыночных объектов недвижимости» [48]	Сбор данных продолжается, пока не будет обеспечена достоверная и значимая статистическая модель
«Построение статистической модели оценки кадастровой стоимости» [27]	«Для каждой выделенной группы объектов строятся статистические модели» [48]	Соответствие допустимым уровням критериев, определяющих статистическую значимость моделей
«Анализ качества статистической модели оценки кадастровой стоимости» [27]	«Анализ качества проводится только для статистически значимых моделей на основе контрольной выборки, включающей объекты, информация о которых не использовалась при построении модели. Разделение выборки на обучающую и контрольную» [48]	«Достаточность контрольной выборки для проверки модели. Значения характеристик объектов контрольной выборки не должны существенно отличаться от значений объектов обучающей выборки» [48]

Продолжение таблицы 1

1	2	3
«Расчет кадастровой стоимости объектов оценки» [27]	«Для расчета кадастровой стоимости объектов в модель подставляются значения факторов стоимости в полученную модель» [48]	«Статистическая модель корректно и логично отражает зависимость стоимости объекта от факторов стоимости» [48]
«Составление отчета об определении кадастровой стоимости объектов оценки» [27]	«На основании полученных расчетов формируется отчет об определении кадастровой стоимости» [48]	«Содержание подробного описания проведенных расчетов, методологии, используемых данных и факторов, а также результаты оценки для каждого объекта» [48]

Источник: составлено автором по материалам [27; 48].

В российских источниках основные методы кадастровой оценки включают не только КРМ, их перечень можно обобщить следующим образом [62; 64; 65; 66; 67]:

- *дискретный* (кластерный) анализ;
- *регрессионный анализ* («определение зависимости между стоимостью объекта и его характеристиками»);
- метод сравнения продаж («в случае неприменимости статистической модели сравнение стоимости оцениваемого объекта с ценами аналогов»);
- геостатистические методы: включают в себя модели, учитывающие пространственную корреляцию и распределение объектов на территории;
- методы машинного обучения: применяются для выявления сложных зависимостей между характеристиками объектов и их стоимостью.

В большинстве зарубежных стран, опыт которых рассмотрен в параграфе 1.1, методическая основа оценки статистическими методами «базируется на двух основных стандартах Международного общества налоговых оценщиков (www.iaao.org): Стандарте по массовой оценке стоимости недвижимого имущества и Стандарте по автоматизированным оценочным моделям» [27; 68].

Ниже кратко систематизированы «методические основы массовой оценки, представленные в стандартах Международного общества налоговых оценщиков» [68; 69; 70; 71].

Оценочные модели, как для индивидуальной, так и для массовой оценки земельных участков, представляют собой «математические уравнения, описывающие взаимосвязь между стоимостью и переменными, представляющими факторы спроса и предложения» [65]. Модели массовой оценки «строятся для конкретных типов недвижимости в заданной области», оценщики обязаны «определить и откалибровать модель, выявляя ключевые переменные, такие как площадь застройки, и присваивая им соответствующие коэффициенты, отражающие их влияние на стоимость, например, стоимость инженерных коммуникаций» [28; 42]. Массовая оценка «применяется в рамках всех трех традиционных подходов: затратного, сравнительного и доходного» [27; 72; 73]. Модели разрабатываются для специфических групп недвижимости, «земельные участки группируются по географическому признаку (по районам или подрайонам), типам застройки и вариантам использования», для точной оценки требуется «глубокий рыночный анализ, как при выборе переменных, так и при их калибровке модели» [27; 72; 73].

Применение оценки статистическими инструментами в затратном подходе. Затратный подход применим «к оценке застроенных земельных участков как единых объектов недвижимости» [2; 28], чаще применяется при наличии в составе объекта «новых зданий, построенных из стандартных материалов, с типичным дизайном и качеством изготовления» [2].

Модели строительных затрат обычно формируются на основе систематического изучения местных строительных затрат в виде справочников или специального программного обеспечения [74; 75]. Эти модели должны основываться на «стоимости замены сооружения аналогичной полезности с использованием современных материалов, дизайна и строительных стандартов», включать «стоимость отдельных строительных

компонентов/элементов, чтобы корректировать особенности, отличающиеся от базовых спецификаций» [27; 74; 75].

Сталкиваясь с проблемами оценки стоимости земли и накопленного износа зданий, часто стоимость земельного участка приходится «извлекать» из цены продаж застроенных земельных участков из-за нехватки информации о продажах свободных земельных участков [27; 76]. Модели построения износа зданий могут быть извлечены из рыночных данных [27; 72; 73].

Применение оценки статистическими инструментами в сравнительном подходе. Сравнительный подход оценивает стоимость земельного участка «путем статистического анализа цен продажи аналогичных объектов, если имеется их достаточное количество» [2; 27].

Проведение аналитической работы по изучению аналогичных транзакций, которое осуществляется методом, аналогичным традиционному сравнительному анализу продаж [27; 72; 73; 76; 77], представляет собой механизм компенсации за недостаточную точность или недостаточно тщательно калиброванные методологии. Этот подход играет ключевую роль в корректировке и устранении ошибок, присущих моделям [27; 72; 73]. Построенные рыночные модели стоимости «требуют тщательной калибровки, что обеспечивает их эффективность и единообразие в применении ко всем объектам в модельной области» [27; 76; 77]. Необходимо «исключение продаж в качестве сопоставимых продаж при моделировании стоимости для самих себя или использования более поздних продаж в исследованиях соотношений», чтобы не исказить статистику соотношений продаж [27].

Применение оценки статистическими инструментами в доходном подходе. Доходный подход является «предпочтительным подходом к оценке для объектов, приносящих доход, когда доступны надежные данные о формировании денежных потоков и нормах доходности» [2; 27].

Успешное применение доходного подхода в оценке статистическими инструментами требует «сбора, поддержания и тщательного анализа данных о доходах и расходах недвижимости, анализа и расчета нормального или

типичного валового дохода, уровня недозагрузки, чистого дохода и коэффициентов затрат для различных видов недвижимости» [27; 72; 73; 76]. Установленные типичные показатели используются «для оценки обоснованности представленных данных для объекта и/или для оценки объектов с не полностью представленными данными» [27].

В качестве метода для определения величины доходов, как общих, так и чистых, а также для расчета коэффициентов затрат, предлагается использовать подход, основанный на анализе реальных данных о доходах и расходах. Этот метод предусматривает применение множественного регрессионного анализа для калибровки полученных моделей [27; 72; 73]. После разработки, такие оценки доходов могут быть преобразованы в стоимость недвижимости с использованием специализированных аналитических инструментов: «валового рентного мультипликатора (отношение рыночной стоимости недвижимости к ее валовому доходу), мультипликаторов чистого дохода (отношение рыночной стоимости недвижимости к ее чистому доходу) или их обратных значений, коэффициентов капитализации» [27; 72; 73]. Мультипликаторы, коэффициенты и ставки должны быть «извлечены из сравнения фактических или оцененных доходов с ценами продажи (ретроспективные данные о доходах и продажах должны быть скорректированы до даты оценки по мере необходимости)» [27; 73].

Обобщая зарубежный опыт использования статистических методов оценки в сравнении с российским, необходимо учитывать различия стран в таких аспектах, как нормативная база, методы, инструменты, применяемые программы. В Швеции показывается пример использования моделей доходности. В Германии используется анализ сопоставимых продаж с учетом местного рынка [27; 55; 57]. В Испании используется методы массовой оценки в затратном подходе [27; 54; 56]. В российской практике оценщики стараются учитывать каждый аспект, адаптируя как мировой опыт, так и собственные разработки.

Использование авторегрессионных моделей оценки в мировой практике.

Авторегрессионная модель оценки представляет собой математически обоснованное программное обеспечение, которое используют аналитики рынка для получения оценки рыночной стоимости объектов недвижимости [68]. Такая оценка опирается на предварительно сформированный массив информации о местоположении объекта, состоянии рынка и его физико-экономических характеристиках. Ключевая специфика AVM заключается в том, что расчет рыночной стоимости выполняется посредством формализованных математических моделей, обрабатывающих эти данные. Достоверность результатов, полученных при использовании AVM, во многом зависит от качества используемых данных и квалификации специалиста, разрабатывающего модель.

Важно, чтобы в определенные моменты времени (в прошлом или в будущем по запросу клиента) для оценки стоимости недвижимости привлечены профессиональные оценщики и рыночные эксперты, которые создадут автоматизированные модели оценки. Эти специалисты должны применять методы моделирования, основанные на статистически достоверном анализе рыночной активности, используя соответствующие аналитические инструменты для обработки данных [27].

В AVM могут использоваться следующие процедуры:

- AVM, помогающая оценщикам [предварительная AVM];
- AVM с помощью оценщика [интерактивная AVM];
- повторяющаяся AVM [непрерывное применение AVM];
- смешанная или каскадная AVM;
- исследовательская AVM [68].

AVM применяются «в рамках трех подходов: сравнительном; затратном и доходном с учетом стандартов массовой оценки и смежных стандартов» [27; 68; 76; 77; 78; 79; 80].

На практике предварительные результаты AVM чаще всего используются для: корректировки стоимости с учетом локальных

особенностей, учета временной динамики цен; оценки вклада отдельных параметров здания в общую стоимость.

AVM позволяет обработать большие массивы информации и выделить релевантные базовые наблюдения, которые затем интерпретируются оценщиком.

Профессионал-оценщик, опираясь на выводы AVM, дополняет их собственными данными и профессиональным суждением, при необходимости аргументируя и уточняя итоговое значение стоимости.

Интерактивные AVM представляют собой набор программных моделей, разработанных и настроенных специалистами, имеющими опыт в оценке недвижимости. В таких системах оценщик анализирует результаты автоматического расчета и, используя экспертное мнение, при необходимости корректирует выходные значения модели [68; 79; 80]. В этих модельных приложениях оценщик просматривает результаты и затем использует профессиональное суждение для возможной корректировки результатов модели. Любая корректировка должна проходить контроль качества.

В модели *повторяющейся AVM* математические приложения разрабатываются аналитиком после анализа рынка [68]. AVM, как правило, проектируются для многократного применения, в том числе для оценки стоимости на будущие даты, при этом в модель по мере обновления рынка могут добавляться новые данные о сделках и макроэкономических параметрах. Усложнение и наращивание базы наблюдений без корректировки параметров модели со временем способно приводить к снижению точности прогнозов. В ситуациях, когда возникает сомнение в корректности получаемых перспективных оценок, модель целесообразно повторно настраивать (перекалибровать).

Так называемые смешанные, гибридные или каскадные AVM предполагают использование сразу нескольких моделей в единой системе. Каскадный режим позволяет сопоставлять результаты разных AVM и выбирать наиболее подходящую конфигурацию с учетом региона, типа объекта

и ожидаемого диапазона стоимости, используя сильные стороны каждой из моделей [68; 77; 80]. Процесс каскадирования позволяет использовать два или более автоматизированных моделей оценки (AVM) через единый интерфейс [68; 77; 80].

Процесс разработки AVM включает в себя два основных компонента: спецификацию и калибровку [68; 76; 77; 78; 79; 80]. Спецификация модели предполагает определение характеристик объекта (переменных), влияющих на спрос и предложение, а также разработку структуры модели [68]. Под калибровкой модели в контексте AVM понимают настройку значений коэффициентов при заранее отобранных переменных, а также формирование дополнительных преобразованных показателей, позволяющих снизить влияние мультиколлинеарности и других статистических проблем. Набор процедур спецификации и калибровки подбирается с учетом целей применения AVM, характеристик оцениваемых объектов, структуры доступной выборки и опыта аналитика [68].

Спецификация модели, калибровка и обеспечение качества являются итеративными процессами, которые повторяются до тех пор, пока статистические диагностики не будут удовлетворительными.

Качество функционирования AVM контролируется через целенаправленное тестирование модели на предмет достижения заданных критериев точности и стабильности, как до её внедрения, так и в процессе эксплуатации. Для этого применяются статистические показатели качества подгонки и анализ отношений «оценочная стоимость – фактическая цена сделки» по выборке объектов, не использованной при калибровке (например, при помощи отложенной выборки или иных процедур перекрестной проверки).

Геоинформационные технологии могут дополнительно применяться для выявления пространственных закономерностей в распределении оценочных значений. Объекты, для которых фиксируются аномальные остатки, нестандартные характеристики или экстремальные соотношения оценочных

и фактических цен (выбросы), подлежат отдельному анализу. В случаях, когда ошибочные или некорректные данные не удается исправить, соответствующие наблюдения исключаются из обучающей выборки. После завершения тестирования и валидации модель может использоваться для оценки сопоставимых объектов в пределах соответствующей территории [68; 76; 77; 78; 79; 80].

Модели с центрами влияния выделены в некоторых источниках как подход Эккерта Дж. К. [81]. Подход Эккерта Дж. К., основанный на концепции центров влияния, предполагает, что «стоимость объекта недвижимости зависит от его близости к определенным центрам влияния: крупным инфраструктурным объектам, природным достопримечательностям или другим значимым факторам стоимости» [23; 81].

В методологии дискретного пространственно-параметрического моделирования (ДППМ) непрерывные факторы приводятся к дискретным с помощью выделения диапазонов их изменения, что обеспечивает более точную и детализированную оценку, особенно для объектов с высокой рыночной стоимостью [81; 82; 83; 84].

В процессе разработки многофакторной модели стоимостной зависимости недвижимости от непрерывных характеристик объекта используется регрессионное моделирование, а «для дискретных переменных, сложно интегрируемых в непрерывную модель, вводятся специальные допущения» [82]. Статистическая значимость играет ключевую роль при выборе переменных в рамках регрессионного исследования. Используя информацию рынка, аналитики выявляют существенные факторы, влияющие на зависимую величину. Процесс идентификации этих детерминант опирается на рыночную статистику и оценку их значимости: «исходные данные могут включать до 30 факторов, но статистически значимыми остаются лишь 5-7 факторов» [83; 84].

Таким образом, использование различных методик, адаптированных к специфическим условиям российского рынка недвижимости, позволяет

улучшить качество и точность стоимостной оценки статистическими методами [82; 83; 84; 85; 86]. Методология ДППМ, включающая в анализ все факторы без исключения, предлагает более комплексный подход к моделированию и оценке стоимости, что особенно важно в условиях информационно непрозрачных рынков с неоднородными объектами оценки.

Качество проводимой в Российской Федерации оценки недвижимости статистическими методами может быть оценено с учетом количества случаев оспаривания результатов оценки и процентом изменения стоимости объектов после оспаривания [87; 88; 89; 90; 91; 92].

Одним из важнейших факторов, определяющих это качество, является качество исходных данных, на основе которых проводится оценка [18; 19].

На практике недостаточное качество информации, используемой для оценки, часто становится основным источником ошибок и неточностей. В процессе оценки применяется математическое моделирование, которое предполагает оценку большого количества объектов недвижимости одновременно. Статистическая оценка по своей сути носит приблизительный характер из-за невозможности визуально осмотреть все объекты и учесть все факторы, влияющие на их стоимость. Эксперты полагают, что «причина некачественной массовой оценки кроется не столько в методах массовой оценки, сколько в низком качестве исходных данных: например, данные из ЕГРН или не включают необходимые данные или содержат ошибки в отношении площади, материала стен и другого» [18; 87]. Такие недочеты в информации затрудняют возможность оценщиков построить качественные модели для массовой оценки стоимости земельных участков [18; 87; 88; 90].

Качество данных для оценки объектов напрямую зависит от работы «кадастровых инженеров, которые ответственны за их формирование» [30]. Часто допускаемые ими ошибки переходят в ЕГРН, создавая проблемы массовой оценки по принципу «ошибка на входе – ошибка на выходе» [18]. «Уточнение сведений необходимо для улучшения качества данных» [88; 89], но в условиях массовой оценки, то есть оценки тысяч объектов возможности

оценщиков ограничены. Государственные оценщики не могут изменять информацию о земельных участках в соответствии с кадастровой стоимостью. Только собственники имеют право вносить изменения в данные ЕГРН через Росреестр [88; 89]. Уровень качества данных для массовой оценки повысится, если «будут предприняты совместные усилия федеральных и региональных органов власти для наведения порядка в системе инвентаризации и кадастрового учета в ЕГРН» [18; 19]. Эти меры должны учитывать требования к качеству данных, необходимых для проведения массовой оценки. Без улучшения качества исходных данных любые попытки совершенствования методов и процессов оценки будут неэффективными [87; 90].

Методологическая база, на которой основывается массовая оценка, играет ключевую роль в определении ее точности и объективности. Тем не менее, на сегодняшний день существующие методические указания по государственной кадастровой оценке, утвержденные приказом Министерства экономического развития Российской Федерации, имеют множество недостатков и противоречий [18; 90; 91]. Эти методические документы нуждаются в системной доработке, чтобы обеспечить более высокий уровень точности и объективности оценки. В существующих методических указаниях практически отсутствует механизм проверки качества оценки на соответствие рыночным показателям, создает значительные трудности при проведении оценки, так как результаты могут существенно отличаться от реальной рыночной стоимости объектов недвижимости [90; 91].

Еще одним важным аспектом методологической базы является отсутствие единой системы контроля качества результатов массовой и индивидуальной оценки [90; 91; 92; 93; 94]. В зарубежных странах широко применяются международные стандарты массовой оценки и методики оценки качества модели оценки [91]. Эти методики позволяют объективно оценить точность и соответствие результатов оценки рыночным показателям, что способствует повышению доверия к результатам оценки [18; 19; 63; 88; 89; 90; 91; 94].

Опыт зарубежных стран показывает, что использование современных технологий, таких как ГИС и методы машинного обучения, может значительно повысить точность массовой и индивидуальной оценки земельных участков производственного назначения статистическими методами. Однако успешное внедрение этих технологий требует развития методологии, наличия квалифицированных специалистов и соответствующей правовой базы.

1.3 Принцип межкатегориального анализа в сравнительном подходе к стоимостной оценке земельных участков производственного назначения на узких рынках

Особенности земель производственного назначения как объекта стоимостной оценки активов. В соответствии со статьей 28 Земельного Кодекса Российской Федерации «земельные участки производственного назначения – это участки, используемые или предназначенные для обеспечения деятельности организаций и (или) эксплуатации объектов промышленности, в том числе для размещения производственных и административных зданий, сооружений и обслуживающих их объектов» [95].

«По состоянию на 2020 год по всей Российской Федерации доля земель промышленности составила 17614,8 тыс. гектар. Для сравнения земли лесного фонда за тот же период составили 1126643 тыс. гектар, земли сельскохозяйственного назначения – 381673 тыс. гектар.

Данные цифры позволяют понять, что доля земель промышленности в общем числе земель всех категорий несущественна несмотря на то, что они занимают важное место в системе земельных правоотношений. С данной категорией связаны специфические правила и нормы, регулирующие различные операции с землями производственного типа.

При этом, несмотря на немногочисленность земель производственного и иного специального назначения, актуальность вопросов регулирования

использования данной категории заключается в том, что данные земли включают в себя земли различного типа, выделяемые в зависимости от особенности задач» [96].

«Отличие земель производственного назначения заключается в том, что они не предназначены для сельского хозяйства или постоянного проживания людей, а в основном используются для размещения промышленных объектов. Чаще всего такие участки приобретаются для быстрой организации бизнеса, а не как инвестиция. Хотя они могут принести хорошую прибыль, но окупаемость иногда занимает слишком много времени.

Промышленные земли включают в себя:

- земли для добычи полезных ископаемых и строительства цехов;
- земли, отведенные под энергетические объекты, такие как атомные, тепловые и гидроэлектростанции;
- территории для транспорта, где размещаются объекты для хранения и обслуживания автомобильного, морского, водного, железнодорожного и воздушного транспорта;
- участки для связи, используемые для радиовещания, телевидения и информатики;
- земли, отводимые для космической деятельности, включая космодромы, территории для падения отделенных частей ракет, центры подготовки космонавтов и другие астронавигационные объекты;
- для обеспечения готовности вооруженных сил Российской Федерации необходимы земли, предназначенные для проведения учений, организации испытательных полигонов, разработки, производства и ремонта военной техники в целях поддержания обороны и безопасности» [47].

«Промышленное землепользование относится к особому виду использования территорий, предназначенных преимущественно для размещения и эксплуатации объектов промышленного и иного специального назначения» [169]. Основной функцией таких участков является обеспечение развития производственного потенциала соответствующей территории

и поддержка индустриального роста региона. В системе землеустройства земли, используемые под промышленные объекты и связанные с ними сооружения, выделяются в самостоятельный тип с установленным специфическим правовым режимом.

Часто отмечающиеся особенности корпоративных земельных участков производственного назначения при их стоимостной оценке как активов в целях купли-продажи на открытом рынке, то есть при установлении рыночной стоимости:

1) *многофункциональность* – сочетание многих видов разрешенного использования (производственное, складское, офисное, торговое, рекреационное и другие), застройка объектами основного, вспомогательного и сопутствующего назначения, вплоть до коммерческих, социальных и жилых;

2) *многоформатность* – земельные участки производственного назначения независимых собственников в практике планировки и застройки городов и загородных территорий часто группируются в промышленные комплексы, зоны, кластеры, коворкинги, бизнес-парки, индустриальные парки, технологические парки и др.;

3) *сложность стоимостного учета публичных ограничений и обременений* – незарегистрированные в Едином государственном реестре недвижимости охранные и санитарные зоны, использование части территории для различных муниципальных и коммунально-хозяйственных нужд и др.;

4) *многоконтурность*.

Ниже некоторые из перечисленных особенностей земельных участков производственного назначения как объектов стоимостной оценки рассмотрены подробнее в качестве факторов формирования стоимости

Фактор многофункциональности земельных участков производственного назначения. Для целей промышленного развития применяются, как правило, земли специального назначения, требующие включения в существующие или проектируемые транспортные и энергетические сети. Такие участки ориентированы на размещение не только

производственных комплексов и складских зон, но и иных объектов, функционирование которых предполагает наличие развитой инженерной инфраструктуры.

Кроме того, на этих территориях допускается строительство дорог, прокладка линий электропередач и других линейных объектов, необходимых для полноценного функционирования промышленных предприятий. Исходя из представленной информации, можно заключить, что нормативная база Российской Федерации, включающая Земельный кодекс, определяет критерии категоризации промышленных территорий. Местные органы самоуправления регламентируют применение и классификацию производственных земель в рамках федерального законодательства. Такие земельные участки выделяются для размещения производственных объектов и осуществления соответствующей хозяйственной деятельности. Федеральные нормы устанавливают основные параметры, по которым территории относятся к промышленной категории землепользования.

В российском законодательстве выделяется особая классификация территорий, предназначенных для производственной деятельности. Федеральная нормативная база устанавливает специфические критерии для участков, используемых в индустриальных целях. Данный тип земель подлежит особому правовому регулированию и имеет определенные характеристики, отличающие его от других категорий земельных ресурсов Российской Федерации:

1) назначение земель: промышленные территории предназначены для размещения производственных комплексов различного типа. Эти земли выделяют под строительство и функционирование заводов, фабрик и складских помещений. Также на них располагаются предприятия как тяжелой, так и легкой промышленности, научно-исследовательские центры и иные объекты производственной инфраструктуры;

2) зонирование: органы местного самоуправления осуществляют разграничение территорий для промышленного развития. При этом

учитываются социально-экономические, экологические и технические аспекты, влияющие на возможность размещения объектов производства в определенных зонах.

3) инфраструктурное развитие: Привлечение инвестиций и промышленное развитие региона существенно зависят от качественной инфраструктуры на производственных территориях. Ключевое значение имеет как создание новых объектов, так и поддержание существующих инфраструктурных элементов в надлежащем состоянии;

4) промышленное развитие территорий опирается на стратегически важные производственные земли. Устойчивый рост экономики и индустриального сектора требует комплексного подхода к их распределению. При размещении таких ресурсов учитываются экономические, социальные, экологические и технические факторы, что формирует основу для сбалансированного регионального развития [97].

Из-за того, что муниципальные власти осознают важность заботы о производственных землях, экологическое состояние региона находится под их пристальным наблюдением. «Любая производственная деятельность оказывает негативное воздействие на природу: уменьшается плодородие почв и загрязняется атмосфера. Кроме того, близость производственных объектов способствует снижению стоимости смежных земельных участков.

Важно, чтобы собственник участка:

- соблюдал санитарные стандарты региона;
- эксплуатировал земельный участок соответственно его назначению;
- осваивал территорию и следил за метками координатных точек;
- проявлял заботу о окружающей среде на территории своего предприятия.

В противном случае государство имеет право изъять землю данной категории» [97]. «Действующие нормы земельного и градостроительного законодательства позволяют размещать на производственных земельных участках комплекс вспомогательных объектов, обеспечивающих

функционирование основного производства и социально-бытовые условия для персонала. К таким объектам относятся, в частности, складские помещения, столовые, административно-управленческие корпуса, медико-санитарные пункты и иная инфраструктура, призванная формировать комфортную и безопасную рабочую среду» [169]. «На промышленных территориях возможно строить торговые центры и офисные здания» [98], «но запрещено возведение жилых домов. Часто это правило нарушается, особенно когда производственные зоны приближаются к населенным пунктам или когда поселения начинают расти» [99].

«В исследовании [100] проводится сопоставление правовых режимов земель промышленности с землями, входящими в состав производственных зон, классифицированных как территории населенных пунктов» [100]. Определенная степень схожести в правовом регулировании этих участков выявлена исходя из необходимости учитывать особенности размещения производственных объектов при определении норм использования данных земель. Специфика правового статуса участков, принадлежащих к производственным зонам, также формируется на основе общих принципов регулирования использования земель в рамках территорий населенных пунктов.

Различия в механизмах формирования соответствующих правовых режимов и в целях, которым служит установление правового статуса земельных участков, находят свое объяснение в особенностях подходов к управлению данными земельными ресурсами.

Фактор многоформатности земельных участков производственного назначения. В практике планировки и застройки городов и загородных территорий земельные участки производственного назначения многих независимых собственников часто группируются в промышленные комплексы, зоны, кластеры, коворкинги, бизнес-парки, индустриальные парки, технологические парки и другое [101].

Статья 87 Земельного кодекса Российской Федерации определяет земли промышленности как «земли, которые расположены за границами населенных пунктов и используются или предназначены для обеспечения деятельности организаций и (или) эксплуатации объектов промышленности», а также «права на которые возникли у участников земельных отношений по основаниям», предусмотренным Земельным кодексом Российской Федерации, федеральными законами и законами субъектов Российской Федерации [102]. Поэтому в предыдущем столетии основная часть промышленных объектов локализована на периферии городских агломераций, где выделены специфические зоны для их размещения. Однако динамика развития и расширения городских пространств в последующие годы вела к интеграции жилых районов в те области, которые изначально предназначены исключительно для производственного использования. Такая трансформация городской структуры вызвала потребность в ликвидации или репрофилировании некоторых промышленных предприятий, поскольку их функционирование в измененных условиях становилось непрактичным.

В современном городском пространстве наблюдается тенденция увеличения количества заброшенных и деградированных территорий, что ставит перед научным и практическим сообществом задачу их реновации. Этот процесс имеет ключевое значение не только для улучшения экологического статуса данных участков, но и для повышения их экономической ценности и визуальной привлекательности. Подходы к реабилитации этих территорий требуют комплексного анализа и разработки многоаспектных стратегий, учитывающих как текущее состояние этих зон, так и потенциальные возможности их будущего использования. Согласно статье 2 Градостроительного кодекса Российской Федерации, одним из основных принципов законодательства о градостроительной деятельности является «обеспечение комплексного и устойчивого развития территории на основе территориального планирования, градостроительного зонирования и планировки территории» [103]. Это должно обеспечить сбалансированный

учет «экологических, экономических, социальных и иных факторов при осуществлении градостроительной деятельности» [103].

В контексте интеграции и прогресса областей производственного спада на урбанизированных территориях, необходимость реализации интегрированного подхода, включая соблюдение действующего законодательства по освоению таких зон, становится очевидной. Законодательная база Российской Федерации закрепляет процесс изменения категорий земельных участков, позволяя их переклассифицировать для новых функциональных назначений. Федеральный закон от 21.12.2004 № 172-ФЗ «О переводе земель или земельных участков из одной категории в другую» предусматривает конкретные требования для трансформации земель производственного назначения, среди которых ключевым является обязательность наличия ратифицированного плана по рекультивации указанных территорий. Постановление Правительства Российской Федерации от 10.07.2018 № 800 «О проведении рекультивации и консервации земель» определяет рекультивацию земель как «мероприятия по предотвращению деградации земель и (или) восстановлению их плодородия посредством приведения земель в состояние, пригодное для их использования в соответствии с целевым назначением и разрешенным использованием, в том числе путем устранения последствий загрязнения почвы, восстановления плодородного слоя почвы и создания защитных лесных насаждений» [105; 106].

В контексте адаптации и модификации нормативов, касающихся использования и застройки земельных участков [106; 107], основным регулятивным документом является 33-я статья Градостроительного кодекса Российской Федерации. Данная статья детализирует процесс разработки и последующего одобрения предложений по изменениям в правилах использования и застройки территорий. В ситуациях, требующих создания проектов планировки и межевания определенных зон, действует статья 41 того же Градостроительного кодекса. Целью такой проектной документации

является способствование сбалансированному развитию районов за счет определения компонентов их «планировочной структуры, демаркации земельных участков и разграничения зон предвиденного размещения объектов капитального строительства» [108].

Адекватное выполнение установленных нормативов способствует предотвращению трансформации территорий, ранее занятых промышленностью в городских агломерациях, в монотонные жилые кварталы, застроенные высотными домами, где наблюдается деградация экологической и транспортной системы. Трудности в реализации данного процесса, несомненно, существуют, однако наблюдается постепенное освоение таких земель. В результате, вместо отходов и разрушенных производственных строений все чаще появляются пространства для отдыха, центры искусства, дизайнерские студии, а также арт- и медиаплощадки, создающие благоприятную среду для современного человека. Экологическое восстановление территорий, занятых промышленными объектами, не только улучшает визуальное восприятие городского ландшафта, но и вносит значительный вклад в экономическое развитие муниципалитетов [109].

Корпорации, использующие промышленные участки, могут столкнуться с трудностями из-за высокой кадастровой стоимости и налога в 1,5%, что делает эксплуатацию этих активов убыточной. Необходимо разработать новый метод оценки стоимости для обеспечения справедливости. В среднем кадастровая стоимость земель производственного назначения выше, чем у других участков, что подтверждается открытыми данными [110].

Фактор многоконтурности земельных участков производственного назначения. Кадастровая стоимость представляет собой результат оценивания земельных участков, используемых для производства, согласно кадастровым нормам. После проведения такой оценки данные вносятся в государственный административный реестр, известный как кадастр. В этом реестре содержатся подробные характеристики объектов недвижимого имущества,

расположенных в различных зонах – как городских, так и муниципальных территориях, в соответствии с установленными кадастровыми правилами.

Земли, используемые в промышленных целях, обладают рядом уникальных свойств. В отличие от обычных участков, они зачастую являются частью более крупных имущественных объединений. Эти комплексы включают разнообразные компоненты – от строений и территорий до лесных массивов и сельскохозяйственных угодий. Несмотря на функциональные различия между этими элементами, законодательство рассматривает их как единую собственность. Регулирование таких участков с ограниченным режимом использования осуществляется организациями, обслуживающими линейные объекты, компаниями, отвечающими за электропередачу и коммуникации, а также правилами гражданского движения и др. [129].

С начала действия Федерального закона № 221 от 24 июля 2007 года «О кадастровой деятельности» стало запрещено получение участков с цельным землепользованием, и введен новый термин «многоконтурный земельный участок» [130].

Географические сведения отражены на кадастровой карте. Многоконтурный земельный участок характеризуется несколькими замкнутыми контурами, которые не формируют отдельные земельные наделы или их фрагменты. Данные контуры лишены сплошных границ, но обозначаются единым кадастровым номером. Существенные отличия не позволяют подменять концепцию многоконтурного землепользования принципом всестороннего использования земель.

Межкатегориальный сравнительный подход к оценке рыночной стоимости земельных участков производственного назначения на узких рынках. Индивидуальная оценка земель производственного назначения имеет свои особенности, вызванные сложными коммуникациями, специфическими подъездными путями и экологическими условиями. Производственные участки сложно перевести в другие категории из-за негативного воздействия

промышленных объектов, которые оставляют после себя отходы. Это делает использование таких земель для других целей затруднительным.

При проведении мониторинга и анализа рынка производственных земельных участков, особое внимание уделяется коммуникационной оснащенности [59; 111-120].

По этим же причинам эконометрическое моделирование стоимости земельных участков производственного назначения для массовой оценки развивается в Российской Федерации и за рубежом с переменным успехом [121-128]. Более подробно результаты перечисленных исследований рассмотрены в параграфе 3.1.

В соответствии с законодательством Российской Федерации, для земельных участков специального и производственного назначения на ограниченных рынках применяется особая методика оценки. Кадастровая стоимость таких земель устанавливается как определенный процент от их рыночной ценности. Для определения справедливой рыночной стоимости используется специальный межкатегориальный подход, который учитывает особенности узких сегментов рынка недвижимости. «Определение кадастровой стоимости земельных участков, включенных в группу, при недостаточной информации о рыночных ценах и (или) рыночной стоимости осуществляется в следующей последовательности:

- 1) установление минимального значения единицы кадастровой стоимости земельного участка, отнесенной к другой группе земель, включенных в группы с достаточной информацией о рыночных ценах и/или рыночной стоимости земли;

- 2) определение среднего показателя кадастровой оценки требуется провести в ближайшем к земельному наделу поселении. Первоочередно следует выявить индекс для территорий общественного назначения, а если такие данные недоступны, тогда используют средний индекс оценки земель частного владения» [45];

3) «расчет конкретной кадастровой стоимости участка земли в категории индивидуального жилищного строительства возможен через произведение показателя, характерного для частных домовладений, на усредненный кадастровый критерий земель, используемых под застройку многоквартирными комплексами;

4) рассчитать кадастровую стоимость земельных участков, отнесенных ко второй группе, путем умножения удельной кадастровой стоимости оцениваемых земельных участков на их площадь. Удельные показатели кадастровой стоимости земель производственного назначения в пределах территории округа каждого административного центра рассчитываются исходя из минимального критерия удельных показателей кадастровой стоимости земельных участков категории и (или) вида использования, наиболее близкого по функциональному назначению к предполагаемым участкам в пределах данного административного округа. Кадастровая стоимость земельного участка определяется путем умножения удельных показателей кадастровой стоимости этих земельных участков на их площадь» [131].

«Исходя из теории стоимости, концепция сравнительного анализа рынка широко используется для оценки стоимости объектов недвижимости. Для этого проводится сравнение продаж группы объектов на рынке, анализ их сходств и различий с оцениваемым объектом, и последующая корректировка стоимости на основе полученных данных. Группа методов, применяемых при сравнительном анализе, основана на предположении, что стоимость объекта недвижимости определяется ценой аналогичных объектов на рынке» [132].

«Использование анализа цен из связанных категорий может значительно улучшить фундаментальное понимание и точность оценки цены объекта в определенной заданной категории, что является известным следствием сравнительного подхода» [133; 134]. «Это согласуется с другими экономическими теориями, подчеркивающими взаимосвязь рынков и влияние

товаров-заменителей и дополнительных товаров на динамику цен. Некоторые из этих теорий и их специфика применения к рынку земельных участков перечислены ниже» [135; 136; 137; 138; 169].

При оценке цен на ряде связанных категорий, возможно обнаружить закономерности, риски и потенциал, которые не являются очевидными при уделении внимания только одной категории. Широкий взгляд на рынок может способствовать созданию более надежных моделей и стратегий ценообразования» [135; 136; 137; 138; 139; 169].

«При рассмотрении вложений в земельные участки, распределение земельных активов по различным категориям или местоположениям может сократить риск и увеличить возможности получения дохода» [140; 141].

«Исследователи и предприятия могут анализировать цены в различных сегментах рынка, чтобы выявить факторы, влияющие на колебания цен, и адаптировать свои стратегии соответственно. Теория сегментации рынка утверждает, что разные сегменты рынка имеют разные характеристики и модели спроса. Особенно ценен такой подход в отраслях, где характеристики продукта и брендовая позиция играют важную роль в формировании цен, например, в сфере потребительских товаров.

Разнородность и сегментация рынков земли прослеживается при их исследовании. Они классифицируются по различным параметрам: локация (городская, пригородная или сельская территория), возможностям для развития, а также целевому назначению (жилищное строительство, коммерческие объекты, промышленные комплексы)» [142]. «Понимание этих категорий помогает разрабатывать более эффективные стратегии. Различные сегменты рынка могут по-разному реагировать на экономические изменения, изменения в политике и другие внешние факторы, что отражается на динамике цен на землю.

Экономическое применение гедонистической модели формирования стоимости раскрывает, как характеристики продукта формируют его цену, что значительно расширяет традиционные границы понимания рыночной

динамики. Сравнительный ценовой анализ внутри товарных категорий и между ними обеспечивает комплексную оценку того, какие именно свойства определяют стоимость, углубляя наше представление о предпочтениях потребителей и механизмах ценообразования.

Гедонистический метод дает возможность определить, как отдельные факторы влияют на ценообразование земельных участков» [146]. Более адекватное представление о рыночной стоимости земельного участка формируется при комплексном учете совокупности его привлекательных характеристик: установленного зонирования, уровня развития и близости инженерной и транспортной инфраструктуры, географического положения, площади, транспортной доступности, а также близости к объектам обслуживания и доступа к иным полезным функциям [143; 144; 145].

Экономические взаимосвязи и потребительское поведение раскрываются глубже при многостороннем анализе товарных цен. Оценочный процесс становится яснее, когда мы применяем различные перспективы. В основе такого всестороннего подхода лежат фундаментальные концепции экономики: гедонистическое ценообразование, рыночная сегментация, преимущества диверсификации и эффекты взаимодополняемости и замещения. Подобный комплексный анализ помогает раскрыть сложную динамику между поведением потребителей и силами, действующими на рынке.

Для успешной *адаптации и применения теорий к уникальным характеристикам земельного участка* в контексте специфики земельного рынка необходимо:

- «учитывать, что каждый земельный участок уникален и неповторим, что требует особого внимания к его особенностям при проведении анализа» [147];

- «учитывать воздействие изменений в регулировании землепользования и зонировании.

Юридический статус земли имеет значительное воздействие на ее цену» [148], «определяя разрешенные варианты использования. Оценка земли как объекта инвестиций должна учитывать ее долгосрочную природу, а также потенциал будущего развития и изменения в окружающей среде. Важную роль в оценке промышленных земельных участков играют экологические и социальные аспекты (ESG-факторы)» [149; 150]. «Дополнительно в этих исследованиях подчеркивается роль экзогенных факторов, в том числе вероятности природных катастроф, состояния окружающей среды и долгосрочных социальных трендов, которые также могут оказывать существенное влияние на стоимость земельных участков и объектов недвижимости.

В совокупности рассмотренные теоретические подходы демонстрируют *значимость межкатегориального анализа при исследовании механизмов формирования стоимости*. Специфика земли как особого вида актива и особенности функционирования земельного рынка требуют учитывать переходы между различными категориями использования и режимами землепользования. В практической части настоящего исследования основное внимание уделяется межкатегориальному анализу в рамках сравнительного подхода к оценке. «Этот анализ обосновывает, что земельные участки производственного назначения представляют собой разнообразную категорию активов, оцениваемых по различным экономическим, правовым, техническим и потребительским характеристикам» [139].

Поэтому для оценки их стоимости сравнительным подходом необходим межкатегориальный анализ и межсегментный сбор рыночных данных. Например, учитываются такие факторы, как местоположение объектов – внутри, на окраине, в непосредственной близости или вне населенных пунктов» [149; 150].

«Удаленность промышленных территорий от мест проживания людей создает многообразие вариантов для развития городской среды. Системы различных комплексов могут включать в себя эти зоны, либо они могут

функционировать как самостоятельные объекты в структуре градостроительного планирования (промышленная зона, бизнес-парк, индустриальный парк и другие). Важным фактором также является мультифункциональность имущественного комплекса, в который входят указанные участки, с учетом различных вариантов использования земель и объектов на них» [81].

Исследование показало возможные ограничения и обременения, которые могут возникнуть в будущем для использования земельных участков производственного назначения и прилегающих зон с особыми условиями. Также необходимо принимать во внимание несколько дополнительных видов разрешенного использования земли в совокупности с основным – производственным.

Выводы по первой главе

Оценка стоимости производственных земель корпораций представляет собой многогранную задачу. Такие активы требуют комплексного подхода, включающего рассмотрение различных вариантов развития с точки зрения градостроительства и функционального назначения. Сложность анализа обусловлена возможностью смены категорий земель, изменения комбинаций разрешенного использования (основного и дополнительного), а также функциональными преобразованиями объектов недвижимости, расположенных на участках. Эти объекты могут быть основными, вспомогательными или дополнительными служебными, часто с учетом многоконтурной структуры территории. Таким образом, к особенностям корпоративных земельных участков производственного назначения как объектов стоимостной оценки активов следует отнести многофункциональность, многоформатность, сложность стоимостного учета публичных ограничений и обременений, многоконтурность,

неопределенность градостроительного развития на разных этапах жизненного цикла.

В связи с изложенным целесообразно внедрение в статистическую стоимостную оценку производственных земельных активов корпораций межкатегориального анализа, с учетом того, что он обоснован и внедрен не только за рубежом, но и имеет примеры реализации в российской практике в качестве специального обязательного принципа оценки указанной категории объектов. Указанный принцип заключается в необходимости учитывать статистический массив не только аналогов в функциональном сегменте объекта оценки (производственном), но и во всех функциональных сегментах локального или регионального земельного рынка.

Эволюция в зарубежной и российской теории и практике статистических методов и инструментов стоимостной оценки корпоративных участков производственного назначения в предыдущие три десятилетия происходила, в основном, за счет развития массовой (в том числе – кадастровой) оценки. Вместе с тем, в настоящее время, благодаря прогрессу геоинформационных систем, возможностям анализа больших данных, технологиям искусственного интеллекта и иным аспектам цифровизации экономики, актуальной научной и народно-хозяйственной задачей является модернизация методического инструментария индивидуальной стоимостной оценки корпоративных земельных участков производственного назначения с использованием современных статистических моделей, включая машинное обучение, в том числе – с учетом накопленного положительного и отрицательного опыта массовой оценки.

Глава 2

Построение общего алгоритма индивидуальной стоимостной оценки корпоративных земельных участков производственного назначения статистическими инструментами

2.1 Кластеризация земельного фонда Мурманской области и анализ факторов формирования стоимости земельных участков, вовлеченных в рыночный оборот, по данным кадастровой оценки

Система основных понятий о формировании стоимости земельных участков, вовлеченных в рыночный оборот. В соответствии с основами экономики недвижимости, рыночная стоимость земельного участка как актива – это капитализированные рентные доходы собственника от предоставления земельного участка в пользование другим лицам.

Рентный доход – это доход, связанный со свойствами земельного участка, определяющими его полезность для организации того или иного вида деятельности. Основным из таких свойств является местоположение участка.

Рентный доход является частью дохода от экономической деятельности, которая может быть организована на земельном участке.

Необходимо подчеркнуть, что доход может извлекаться только в результате деятельности. Организация любого вида экономической деятельности в условиях города связана с созданием на земельном участке объектов капитального строительства (улучшений), в которых проистекает данная деятельность.

Таким образом, невозможность создания улучшений земельного участка приводит к невозможности его доходного использования и отсутствию у него рыночной стоимости.

Доход от использования земельного участка складывается из доходов от всех видов деятельности, располагающихся на земельном участке.

Между кадастровой и рыночной стоимостью земельных участков существуют принципиальные различия, что определило принятие двух различных федеральных законов – о государственной кадастровой оценке [46] и об оценочной деятельности [25] и соответствующего различного подзаконного нормативно-методического обеспечения.

При этом ряд общих стоимостных факторов (критериев) кадастровой и рыночной оценки перечислен, например, в п. 3 ст. 14 237-ФЗ: «При определении кадастровой стоимости земельных участков обязательному рассмотрению на предмет влияния на указанную стоимость подлежат сведения о местоположении земельного участка, нахождении объекта недвижимости в границах зоны с особыми условиями использования территории, а также иные ценообразующие факторы, предусмотренные методическими указаниями о государственной кадастровой оценке» [46].

«Главное различие между рыночной и кадастровой стоимостью земельных участков заключается в самих объектах оценки.

В соответствии с п. 1 ст. 14. 237-ФЗ определение кадастровой стоимости осуществляется бюджетным учреждением в отношении всех объектов недвижимости, включенных в перечень, в соответствии с методическими указаниями о государственной кадастровой оценке» [46].

«В то же время ст. 5. «Объекты оценки» 135-ФЗ «Об оценочной деятельности в Российской Федерации» относит к объектам оценки только те земельные участки как объекты гражданских прав, в отношении которых законодательством Российской Федерации установлена возможность их участия в гражданском обороте» [25].

Согласно ст. 129 Гражданского кодекса Российской Федерации (далее – ГК РФ) все объекты гражданских прав по критерию оборотоспособности делятся на три группы: свободные в гражданском обороте; ограниченные в обороте; изъятые из оборота.

В соответствии с п. 3 указанной статьи земля и другие природные ресурсы могут отчуждаться или переходить от одного лица к другому иными

способами в той мере, в какой их оборот допускается законами о земле и других природных ресурсах [151]. Передача прав собственности на земельный надел от владельца к третьим лицам регулируется нормами гражданского права, при этом необходимо учитывать ограничения оборотоспособности земель, установленные статьей 27 Земельного кодекса Российской Федерации (далее – ЗК РФ), что закреплено в положениях статьи 52 ЗК РФ [154].

Второй блок различий между кадастровой и рыночной стоимостью земельного участка объективно связан с главным различием целей ее определения (для установления налоговой базы или для установления цены сделки в рыночном обороте соответственно).

«В соответствии со ст. 128 ГК РФ «Объекты гражданских прав»: «К объектам гражданских прав относятся вещи (включая наличные деньги и документарные ценные бумаги), иное имущество, в том числе имущественные права (включая безналичные денежные средства, бездокументарные ценные бумаги, цифровые права); результаты работ и оказание услуг; охраняемые результаты интеллектуальной деятельности и приравненные к ним средства индивидуализации (интеллектуальная собственность); нематериальные блага» [152].

В то же время, в соответствии с п. 2 ст. 38 Налогового кодекса Российской Федерации «Объект налогообложения», для налоговой базы по земельному налогу имущественные права не являются объектом налогообложения: «...Для целей настоящего Кодекса не признаются имуществом имущественные права, за исключением безналичных денежных средств и бездокументарных ценных бумаг» [153].

Общие действующие требования к рыночной оценке прав на объекты недвижимого имущества закреплены в соответствующем приказе Министерства экономического развития Российской Федерации от 25 сентября 2014 года № 611 «Об утверждении Федерального стандарта оценки «Оценка недвижимости (ФСО № 7)» [2].

Вместе с тем факторы, которые требуется учитывать при рыночной стоимостной оценке земельных участков, находящихся на праве собственности, сформулированы и закреплены гораздо раньше, например – в Методических рекомендациях Минимущества от 2002 года.

Важнейшим положением данных рекомендаций является пункт о том, что *«При определении рыночной стоимости земельных участков может использоваться информация, получаемая в процессе проведения государственной кадастровой оценки»* [43].

Анализ факторов формирования стоимости земельных участков по данным кадастровой оценки на примере Мурманской области. В Методических указаниях о государственной кадастровой оценке предписано:

«11. Определение кадастровой стоимости осуществляется без учета обременений (ограничений) объекта недвижимости, за исключением ограничений прав на землю, возникающих в соответствии с земельным законодательством (в связи с установлением зон с особыми условиями использования территории, иными ограничениями, установленными в соответствии со статьей 56 Земельного кодекса Российской Федерации).

12. При определении кадастровой стоимости земельного участка бюджетным учреждением должны учитываться:

- обеспеченность (наличие либо отсутствие) инженерной и транспортной инфраструктурой (наличие инженерного и транспортного обеспечения до границ земельного участка), социальной инфраструктурой;
- характеристики окружающей территории земельного участка;
- существующий рельеф земельного участка (при наличии информации о влиянии на стоимость).

13. При определении кадастровой стоимости земельного участка не учитываются:

- улучшения земельного участка, которые поставлены на кадастровый учет и (или) бухгалтерский учет;

- степень благоустройства (внутриплощадочные инженерные коммуникации (расположенные внутри установленных границ земельного участка), искусственные покрытия, малые архитектурные формы, за исключением сложившегося на дату определения кадастровой стоимости рельефа);

- озеленение, за исключением естественных и искусственно созданных насаждений при оценке земельных участков сегментов «Сельскохозяйственное использование», «Использование лесов», указанных в главе X Указаний.

Земельный участок для целей Указаний считается обеспеченным инженерной инфраструктурой в объеме подведенных к границе земельного участка инженерных коммуникаций при возможности их использования.

Наличие магистральных инженерных коммуникаций, в том числе линий электропередач, магистральных трубопроводов, коллекторов, расположенных в границах земельного участка или вблизи его границ, не дает основания считать земельный участок инженерно обеспеченным.

Для целей Указаний земельный участок считается обеспеченным подъездными путями в случае, если к какой-либо из его границ подходят подъездные пути, предоставляя возможность въезда на этот земельный участок.

При этом необходимо учитывать, в том числе, вид подъездных путей (например, автомобильная дорога, железная дорога), классы автомобильных дорог (федерального, регионального или межмуниципального, местного значения, частная автомобильная дорога), категории железных дорог (например, скоростные, пассажирские, особо грузонапряженные).

14. При определении кадастровой стоимости земельного участка не должны учитываться права пользования недрами» [48].

Ниже проанализированы факторы кадастровой стоимости земельных участков, применяемые в рамках Отчета № 001/2022 об итогах государственной кадастровой оценки земельных участков всех категорий,

расположенных на территории Мурманской области по состоянию на 01.01.2022, утвержденного Директором ГОБУ «Имущественная казна Мурманской области» Стародубцевой И.С. 27.09.2022 (далее – Отчет о ГКО) [155].

Общее число земельных участков Мурманской области, охваченных отчетом о кадастровой оценке – 90 265. В общем массиве насчитывается 10 117 участков, классифицированных как «земли промышленности». Однако лишь малая доля – всего 602 участка – имеет вид разрешенного использования, напрямую связанный с размещением промышленных объектов.

Помимо этого, для промышленных объектов отведено еще 1205 земельных участков, которые по своему виду разрешенного использования входят в категорию «земли населенных пунктов».

Далее рассмотрены некоторые статистические характеристики выделенных выше кластеров.

Статистическая структура совокупности земельных участков производственного назначения по различным локациям в границах населенных пунктов, а также соответствующие средние значения удельных показателей кадастровой стоимости приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Распределение земельных участков производственного назначения по локациям и средней удельной кадастровой стоимости

В рублях на квадратный метр

Локация	Число наблюдений, штук	Средний удельный показатель кадастровой стоимости
1	2	3
Мурманская область	1 205	893,31
г. Мурманск	172	1 771,39
г. Апатиты с подведомственными территориями	233	1 339,92
ЗАТО г. Заозерск	1	1 040,87
г. Мончегорск с подведомственными территориями	14	909,89
ЗАТО г. Североморск	25	884,66
Кольский муниципальный район	214	755,87
ЗАТО г. Александровск	46	640,30
г. Полярные Зори с подведомственными территориями	17	618,80
г. Кировск с подведомственными территориями	43	617,74

Продолжение таблицы 2

1	2	3
г. Оленегорск с подведомственными территориями	85	605,27
Ковдорский муниципальный округ	49	464,90
Печенгский муниципальный округ	80	439,84
Ловозерский муниципальный район	55	398,74
Кандалакшский муниципальный район	98	386,86
Терский муниципальный район	48	369,77
ЗАТО г. Островной	25	182,79

Источник: составлено автором по материалам [155].

Таблица 3 демонстрирует, как земельные участки для производства, относящиеся к промышленной категории, распределены по различным локациям, включая расчет средних величин удельного показателя кадастровой стоимости.

Таблица 3 – Количественное распределение земельных участков производственного назначения в категории «земли промышленности» по локациям, с расчетом средней удельной стоимости

В рублях на квадратный метр

Локация	Число наблюдений, штук	Средний удельный показатель кадастровой стоимости
Мурманская область	602	361,26
г. Мурманск	3	932,28
г. Апатиты с подведомственными территориями	23	244,81
ЗАТО г. Заозерск	3	50,32
г. Мончегорск с подведомственными территориями	31	459,01
ЗАТО г. Североморск	7	424,40
Кольский муниципальный район	130	507,80
ЗАТО г. Александровск	11	171,55
г. Полярные Зори с подведомственными территориями	45	333,00
г. Кировск с подведомственными территориями	37	467,61
г. Оленегорск с подведомственными территориями	77	461,40
Ковдорский муниципальный округ	50	414,43
Печенгский муниципальный округ	93	210,55
Ловозерский муниципальный район	12	121,72
Кандалакшский муниципальный район	51	242,28
Терский муниципальный район	24	51,66
ЗАТО г. Островной	3	139,52
ЗАТО п. Видяево	2	102,18

Источник: составлено автором по материалам [155].

Как видно из представленных таблиц, средний удельный показатель

кадастровой стоимости земельных участков производственного назначения во всех локациях в категории «земли населенных пунктов» значимо выше, чем в категории «земли промышленности».

Указанный факт наглядно подтверждает необходимость применения обоснованного в первой главе принципа межкатегориального анализа к стоимостной оценке земельных участков производственного назначения в рамках сравнительного подхода.

Методическими указаниями [47] предусмотрено 14 сегментов (согласно приложению № 1), которые выделяются в Отчете о ГКО:

- «1) 1 сегмент «Сельскохозяйственное использование»;
- 2) 2 сегмент «Жилая застройка (среднеэтажная и многоэтажная)»;
- 3) 3 сегмент «Общественное использование»;
- 4) 4 сегмент «Предпринимательство»;
- 5) 5 сегмент «Отдых (рекреация)»;
- 6) 6 сегмент «Производственная деятельность»;
- 7) 7 сегмент «Транспорт»;
- 8) 8 сегмент «Обеспечение обороны и безопасности»;
- 9) 9 сегмент «Охраняемые природные территории и благоустройство»;
- 10) 10 сегмент «Использование лесов»;
- 11) 11 сегмент «Водные объекты»;
- 12) 12 сегмент «Специальное, ритуальное использование, запас»;
- 13) 13 сегмент «Садоводческое, огородническое и дачное использование, малоэтажная жилая застройка»;
- 14) 14 сегмент «Иное использование» - вид использования, не указанный в предыдущих 13 сегментах» [47].

Ниже приведен подробный анализ факторов формирования кадастровой стоимости для сегмента 6. «Производственная деятельность». В соответствии с Методическими указаниями [47] к земельным участкам сегмента 6 «Производственная деятельность» для целей кадастровой оценки

относятся земельные участки со следующими кодами вида разрешенного использования, что отображено в таблице 4.

Таблица 4 – Виды разрешенного использования земельных участков в составе сегмента 6. «Производственная деятельность»

Код расчета	Вид разрешенного использования
1	2
06:000	6. СЕГМЕНТ «Производственная деятельность»
06:010	Недропользование. Осуществление геологических изысканий, добыча недр открытым (карьеры, отвалы) способом
06:011	Недропользование. Осуществление геологических изысканий, добыча недр закрытым (шахты, скважины) способом
06:020	Тяжелая промышленность. Размещение зданий, сооружений горно-обогатительной и горно-перерабатывающей, металлургической, машиностроительной промышленности, а также изготовления и ремонта продукции судостроения, авиастроения, вагоностроения, машиностроения, станкостроения, а также других подобных промышленных предприятий
06:030	Легкая промышленность. Здания, сооружения, помещения, предназначенные для текстильной, фарфорово-фаянсовой, электронной промышленности
06:040	Пищевая промышленность
06:050	Нефтехимическая промышленность. Здания, сооружения, помещения, предназначенные для переработки углеводородного сырья, изготовления удобрений, полимеров, химической продукции бытового назначения и подобной продукции, а также другие подобные промышленные предприятия
06:060	Строительная промышленность. Размещение зданий, сооружений, предназначенных для производства: строительных материалов (кирпичей, пиломатериалов, цемента, крепежных материалов), бытового и строительного газового и сантехнического оборудования, лифтов и подъемников, столярной продукции, сборных домов или их частей и тому подобной продукции
06:070	Энергетика. Размещение объектов гидроэнергетики, размещение обслуживающих и вспомогательных для электростанций сооружений (гидротехнических сооружений)
06:071	Энергетика. Размещение объектов тепловых станций и других электростанций, за исключением кода расчета вида использования 06:073, размещение обслуживающих и вспомогательных для электростанций сооружений (золоотвалов)
06:072	Энергетика. Размещение объектов электросетевого хозяйства, за исключением объектов энергетики, размещение которых предусмотрено кодом расчета вида использования 03:012
06:073	Атомная энергетика. Размещение объектов использования атомной энергии, в том числе атомных станций, ядерных установок (за исключением создаваемых в научных целях), пунктов хранения ядерных материалов и радиоактивных веществ, размещение обслуживающих и вспомогательных для электростанций сооружений
06:080	Связь. Размещение объектов связи, радиовещания, телевидения, включая воздушные радиорелейные, надземные и подземные кабельные линии связи, линии радиофикации, антенные поля, усилительные пункты на кабельных линиях связи, инфраструктуры спутниковой связи и телерадиовещания, за исключением объектов связи, размещение которых предусмотрено кодом расчета вида использования 03:011
06:090	Склады. Размещение сооружений, имеющих назначение по временному хранению, распределению и перевалке грузов (за исключением хранения стратегических запасов), не являющихся частями производственных комплексов, на которых создан груз: промышленные базы, склады, погрузочные терминалы и доки, за исключением железнодорожных перевалочных складов 06:091
06:091	Склады. Размещение сооружений, имеющих назначение по временному хранению, распределению и перевалке грузов (за исключением хранения стратегических запасов), не являющихся частями производственных комплексов, на которых создан груз: нефтехранилища и нефтеналивные станции, газовые хранилища и обслуживающие их газоконденсатные и газоперекачивающие станции

Продолжение таблицы 4

1	2
06:093	Склады. Размещение сооружений, имеющих назначение по временному хранению, распределению и перевалке грузов (за исключением хранения стратегических запасов), являющихся частями производственных комплексов
06:093.1	Открытые складские площадки
06:111	Целлюлозно-бумажная промышленность. Здания, сооружения, помещения, предназначенные для издательской и полиграфической деятельности, тиражирования записанных носителей информации

Источник: составлено автором по материалам [47].

Согласно Методическим указаниям [47], расчет кадастровой стоимости земельных участков сегмента «Производственная деятельность» осуществляется на основе построения статистических (регрессионных) моделей с использованием типового (эталонного) земельного участка и (или) в рамках индивидуального расчета в отношении объекта недвижимости. На рынке недвижимости Мурманской области имеется минимально достаточное количество аналогов, поэтому определение кадастровой стоимости земельных участков б сегмента в отчете производилось методом статистического (регрессионного) моделирования.

Для целей расчета стоимости вся ценовая информация об объектах недвижимости базовой выборки должна быть сопоставима по своим условиям. Для аналогов с помощью ПО «Массовая оценка» рассчитаны соответствующие корректировки по следующим элементам сравнения:

- корректировка на торг;
- корректировка на дату;
- корректировка на вид права.

Итоговая формула расчета удельного показателя кадастровой стоимости (далее – УПКС) земельных участков б сегмента в отчете выглядит, как показано в формуле (1)

$$\text{УПКС} = (634,32850 \times x_1^{-0,08526} \times x_2^{0,12033} \times x_3^{-0,11813} \times x_4^{0,50481}) \times x_5 \times x_6 \times x_7 \times x_8 \times x_9 \times x_{10} \times x_{11} + x_{12} + x_{13}, \quad (1)$$

где x_1 – площадь, м²;

x_2 – численность населения, чел.;

x_3 – расстояние до областного центра, км;

x_4 – класс территории, ранг;

x_5 – близость к береговой линии порта, коэффициент;

x_6 – особый вид разрешенного использования (далее – ВРИ), коэффициент;

x_7 – доступ к дороге, коэффициент;

x_8 – транспортная доступность, коэффициент;

x_9 – конфигурация, коэффициент;

x_{10} – район Мурманска, коэффициент;

x_{11} – правила землепользования и застройки (далее – ПЗЗ), коэффициент;

x_{12} – техническое присоединение;

x_{13} – учет экологических требований, руб./м².

Интересно отметить, что фактор площади участка x_1 включен в уравнение с отрицательным степенным коэффициентом менее единицы, то есть в изученном массиве удельный показатель кадастровой стоимости с увеличением площади участка плавно снижается с затуханием темпа.

Ниже представлен более подробный анализ некоторых факторов, учтенных в модели, в том числе и характеризующих местоположение земельных участков.

Фактор класса территории, x_4 . Уровень развития складских и производственных объектов в разных муниципалитетах Мурманской области отражается в факторе x_4 , обозначающем класс территории. При определении значений этого параметра использованы данные зонирования по оценочным критериям для сегмента «Производственная деятельность». Значения фактора качественные, варьируются от 1 до 3 и находятся в прямой зависимости с уровнем развития производственно-складской инфраструктуры.

Фактор близости к береговой линии порта, x_5 . Данный фактор учитывает тот факт, что земельные участки, расположенные в портовой зоне в непосредственной близости к береговой линии (300 или менее метров), как правило, стоят дороже. Для учета данного фактора принимались во внимание два параметра: нахождение участка на территории портовой зоны и расстояние до береговой линии. В случае, если земельный участок расположен в портовой зоне и его расстояние до береговой линии 300 или менее метров, то значение фактора для участка учтено как 1,13, в остальных случаях – как 1,0.

На территории Мурманской области имеются две крупные портовые зоны – в г. Мурманск и в г. Кандалакша. Земельные участки, расположенные в этих зонах, стоят дороже ввиду уникального расположения и доступа к акватории. Для расчета данного фактора сформирован слой: портовая зона. При подготовке слоя использовался цифровой слой в векторном формате проекта землепользования и застройки муниципального образования город Мурманск и ПЗЗ городского поселения Кандалакша. Выделены производственно-транспортная зона, примыкающая к Кольскому заливу, и зона Морского торгового порта Кандалакши, примыкающая к Кандалакшскому заливу. Дополнительно на формируемый слой добавлены земельные участки, примыкающие к Кольскому заливу и имеющие потенциальную возможность осуществлять деятельность, связанную с портовой (наличие причала и т.д.). Перечень земельных участков, отнесенных к портовой зоне, сформирован экспертно. В выделенные зоны попали участки, центроиды которых находились внутри портовой зоны.

Фактор «особый вид разрешенного использования», x_6 . В процессе проведения государственной кадастровой оценки учтены все основные виды разрешенного использования земельных участков. Однако существует ряд особых видов разрешенного использования земельных участков, которые имеют неучтенные в рамках ГКО особенности, существенно отличающие

их от других видов использования. Особые виды разрешенного использования выделяются в двух направлениях.

Во-первых, это земельные участки, на которых расположены промышленные объекты и производства первого и второго классов опасности. Особенности таких земельных участков является необходимость формирования санитарно-защитной зоны.

Во-вторых, в отдельную группу земельных участков следует выделить земельные участки видов использования с уникальными характеристиками, существенно влияющими на их стоимость.

В частности, фактор местоположения в черте или за чертой различного типа населенных пунктов не учитывает, например, расположение относительно автодорог (категорию дороги и, соответственно, интенсивность транспортных потоков). Данный фактор оказывает значительное влияние на стоимость земельных участков, предназначенных, например, для размещения автозаправочных станций (далее – АЗС), станций технического обслуживания автомобилей (далее – СТО), объектов придорожного сервиса.

Фактор доступа к дороге, x_7 . Количественное влияние данного фактора определяется расположением земельного участка относительно автодорог (категория дороги, вдоль которой участок расположен и, соответственно, интенсивность транспортных потоков).

Категория дороги и связанная с ней интенсивность транспортного движения существенно определяют доходность и ценообразование участков земли. Особенно это касается территорий, используемых для придорожных сервисных объектов, таких как автозаправочные станции и станции технического обслуживания. Расположение вдоль определенных транспортных магистралей становится ключевым элементом, формирующим рыночную стоимость этих земельных наделов.

Коммерческая привлекательность и стоимость участка земли возрастают при увеличении потенциального дохода объектов придорожной инфраструктуры. Ключевым фактором здесь выступает среднесуточное число

транспортных средств, перемещающихся по магистрали. Этот параметр, отражающий плотность движения, напрямую влияет на возможную прибыльность автозаправочных станций и других сервисных точек вдоль дороги.

Нормативная интенсивность движения по автодороге, как правило, определяется относительно категории автодороги согласно классификации, приведенной в СНиП 2.05.02-85 «Автомобильные дороги» [156] и представленной ниже в таблице 5.

Таблица 5 – Интенсивность движения в зависимости от категории автодороги

Категория автодороги	Народнохозяйственное и административное назначение автомобильных дорог	Интенсивность движения, авт./сут.
I	Магистральные автомобильные дороги общегосударственного значения	Свыше 14 000
II	Магистральные автомобильные дороги республиканского, областного (краевого) значения	6 000 - 14 000
III	Автомобильные дороги общегосударственного, республиканского, областного (краевого) значения (не отнесенные к I и II категориям), дороги местного	2 000 - 6 000

Источник: составлено автором по материалам [156].

Перечень автомобильных дорог общего пользования регионального и межмуниципального значения Мурманской области представлен 96 автодорогами общей протяженностью 1819,88 км. и утвержден Постановлением Правительства Мурманской области от 22 апреля 2010 года № 179-ПП «Об утверждении перечня автомобильных дорог общего пользования регионального или межмуниципального значения Мурманской области» [157]. В соответствии с данными таблицы 108 «Справочника оценщика недвижимости – 2022. Земельные участки. Часть 1.» под редакцией Лейфера Л.А. [158], величина корректирующих коэффициентов составит:

- 1,24 – для земельных участков, расположенных вдоль федеральных автодорог (Федеральная автомобильная дорога Р-21 «Кола»);

- 1,21 – для земельных участков, расположенных вдоль территориальных (региональных) автодорог.

В отношении количественной оценки расстояния земельного участка от дороги каждой из категорий применен несколько иной подход. Земельные наделы, находящиеся в непосредственном соседстве с транспортными артериями различных классификаций, обычно обладают преимуществом лучшей доступности для передвижения. Это существенно увеличивает их рыночную стоимость по сравнению с территориями, расположенными вдали от дорожной инфраструктуры. Для расчета данного фактора сформирован слой автомобильных дорог Мурманской области, куда вошли федеральная трасса Р-21 «Кола» и автомобильные дороги регионального и межмуниципального значения Мурманской области. Расчет значений фактора проводился с помощью ГИС. За основу взят соответствующий цифровой слой, скорректированный в соответствии с Перечнем автомобильных дорог общего пользования регионального или межмуниципального значения Мурманской области [156]. Расстояние просчитывалось от ближайшей точки дороги до ближайшей точки земельного участка. Фактор качественный. В случае если земельный участок расположен менее чем в 1 километре от региональной либо федеральной автодороги, значение фактора устанавливалось как 1,0. В остальных случаях – как 0,885.

Фактор транспортной доступности, x_8 . В Мурманской области имеется ряд территорий, которые имеют крайне ограниченную транспортную доступность, а именно – доступ на эти территории возможен либо только путем водного/воздушного сообщения (вертолет), либо только в летнее время (фактор сезонности). Для таких территорий значение фактора транспортной доступности учтено как 0,57 (для участков сегментов «Предпринимательство» и «Общественное использование») либо как 0,58 (для прочих земельных участков, включая производственные).

Фактор конфигурации, x_9 . Используется для учета конфигурации земельного участка. Участки сложной, вытянутой формы менее пригодны для застройки, чем участки правильной формы. То же относится и к многоконтурным участкам. В расчетах фактор учитывался в виде двух

значений: либо «сложный» (что говорит о меньшей пригодности участка для застройки), либо «нет». Если участок признавался «сложным», то значение фактора устанавливалось равным 0,92, иначе 1 (на основании статистических данных, представленных в справочниках оценщика недвижимости под редакцией Лейфера Л.А.).

Протяженность участка рассчитывалась (согласно Приложению № 3 к Методическим указаниям о государственной кадастровой оценке) по формуле (2)

$$k = P \div \frac{4}{\sqrt{S}} > 1.2, \quad (2)$$

где k – коэффициент;

P – периметр;

S – площадь.

Фактор «ПЗЗ», x_{11} . Используется для расчета стоимости земельных участков сегмента «Производственная деятельность» в случаях, когда влияние локального расположения в разрезе зон землепользования и застройки невозможно прямо учесть в рамках статистической регрессионной модели. Для расчета фактора слой локальных зон образован полигонами, путем объединения зон ПЗЗ в четыре более крупные зоны: центр города, центры деловой активности; многоквартирная жилая застройка; окраина города, промзона. Зона «центр города» (она же «зона исторического центра») имеется только в административном центре города Мурманск, в прочих населенных пунктах такая зона не выделяется. Значения фактора качественные.

Значения фактора для земельных участков сегмента «Производственная деятельность» представлены в таблице 6.

Фактор учета технологических присоединений к инженерным сетям, x_{12} . Наличие коммуникаций, подведенных к земельному участку, повышает его ценность и существенно увеличивает его стоимость для инвесторов, так как экономит их затраты после приобретения этих участков.

Таблица 6 – Значения коэффициентов корректировки по фактору «ПЗЗ» для земельных участков в составе сегмента 6. «Производственная деятельность»

Зона размещения участка под производство	Значение фактора
Многоквартирная жилая застройка	1,03
Центр города	1,33
Центры деловой активности	1,15
Окраина города, промзона	1,00

Источник: составлено автором по материалам [155].

Земельные участки различного назначения с уже имеющимися на территории коммуникациями предлагаются по самым высоким ценам, и по мере снижения количества подведенных коммуникаций цены на земельные участки снижаются.

В Справочнике оценщика недвижимости под редакцией от 2022 года, «Земельные участки. Часть 2» (по состоянию на 2021 год) [159], представлена зависимость стоимости земельных участков от фактора наличия коммуникаций. В соответствии с представленными данными, наличие электроэнергии, как-минимум, увеличивает стоимость земельного участка на 10%, а наличие прочих коммуникаций (за исключением газоснабжения), как минимум, увеличивает стоимость земельного участка на 5%. Таким образом, диапазон влияния фактора наличия коммуникаций на стоимость земельных участков составляет от 15% до 44%.

При этом наличие коммуникаций по-разному оказывает влияние на стоимость земельных участков различных видов использования. В таблице 69 указанного справочника представлена зависимость стоимости от наличия коммуникаций для основных видов разрешенного использования земельных участков со следующими минимальными значениями корректирующего коэффициента:

- 1,05 – для земельных участков сегмента «Жилая застройка (среднеэтажная и многоэтажная)», имеющих электроснабжение;

- 1,05 – для земельных участков 2 сегмента «Жилая застройка (среднеэтажная и многоэтажная)», имеющих прочие коммуникации (за исключением газоснабжения) – водо-, теплоснабжение, водоотведение;

- 1,07 – для земельных участков 4 сегмента «Предпринимательство», имеющих электроснабжение;

- 1,04 – для земельных участков 4 сегмента «Предпринимательство», имеющих прочие коммуникации (за исключением газоснабжения) – водо-, теплоснабжение, водоотведение;

- 1,05 – для земельных участков 5 сегмента «Отдых (рекреация)», имеющих электроснабжение;

- 1,08 – для земельных участков 5 сегмента «Отдых (рекреация)», имеющих прочие коммуникации (за исключением газоснабжения) – водо-, теплоснабжение, водоотведение;

- 1,10 – для земельных участков 6 сегмента «Производственная деятельность», имеющих электроснабжение;

- 1,05 – для земельных участков 6 сегмента «Производственная деятельность», имеющих прочие коммуникации (за исключением газоснабжения) – водо- и теплоснабжение, водоотведение.

Увеличение стоимости подключения земельного участка к внешним (централизованным) сетям или источникам электро-, водо-, теплоснабжения и водоотведения связано с увеличением мощности предоставляемых ресурсов, которая находится в прямой зависимости от площади расположенного на участке здания. Для зданий меньшей площади требуется меньший объем ресурсов, и наоборот. Таким образом, используя данные об изменении стоимости подключений земельного участка, можно составить зависимость стоимости подключений от плотности застройки участка.

В сегменте 6 «Производственная деятельность» значения фактора в размере, указанном выше, учитывались только для земельных участков с кодами расчета вида использования 06:020 «Тяжелая промышленность» и только для участков, на которых ведется соответствующая промышленная деятельность либо участков, у которых существует техническое присоединение, для всех прочих участков значение коэффициента равно 1,0.

Фактор учета экологических требований, x_{13} . Значение фактора в размере 145 руб./м². учитывалось только для земельных участков с кодами расчета вида использования 06:010 Недропользование (открытым способом) и 06:020 (Тяжелая промышленность), причем только для участков, на которых ведется соответствующая промышленная деятельность действующих предприятий, для всех прочих участков значение фактора равно 0 руб./м².

На основе анализа приведенной выше модели из Отчета о ГКО можно сделать вывод о том, что в ходе государственной кадастровой оценки земельных участков производственного назначения (сегмент б) в Мурманской области упущены несколько ключевых факторов, влияющих на формирование как кадастровой, так и рыночной стоимости. *Отсутствие или наличие железнодорожного сообщения* – один из таких неучтенных аспектов.

Плотность застройки территории также не принята во внимание при расчетах. Более того, игнорировалась *стадия градостроительного освоения участков* – не проводилось различие между землями, используемыми для проектных и строительных работ, и участками, которые уже застроены и эксплуатируются с целью получения дохода вместе с расположенными на них объектами недвижимости. Эта проблема характерна не только для производственного сегмента, но и для других категорий земельных участков региона.

Ниже подробнее обоснованы перечисленные неучтенные факторы для дальнейшего включения в модели индивидуальной рыночной оценки статистическими методами в рамках сравнительным подхода, поскольку они оказывают существенное влияние как на кадастровую, так и на рыночную стоимость земельных участков, и необходимость их учета продиктована требованиями Методических указаний оценке [47].

Количественное влияние фактора железнодорожных путей. Наличие железнодорожных путей необщего пользования либо примыкание к железнодорожным путям общего пользования учитывается при кадастровой оценке для земельных участков исключительно для сегмента

«Производственная деятельность». Зависимость стоимости земельных участков от наличия ж/д ветки представлена в таблице 116 Части 1 Справочника оценщика недвижимости под редакцией Лейфера Л.А. [158]. Согласно указанной таблице, при наличии у земельного участка железнодорожных путей необщего пользования либо примыкания к железнодорожным путям общего пользования величина корректировки составит +13% к кадастровой стоимости земельного участка (минимальное значение диапазона корректировки).

Количественное влияние фактора стадии освоения участка. Стадия градостроительного освоения земельного участка фиксирует, является ли участок застроенным или незастроенным. Данный фактор связан с существенной разницей в доходности земельных участков, которые предоставлены под проектирование и строительство или под эксплуатацию. Данное различие видов использования земельных участков оказывает влияние на стоимость прав аренды земельных участков.

Учет стадии градостроительного освоения земельного участка, в соответствии с принципом альтернативных (вмененных) издержек, определяется в размере недополученного дохода, который мог бы быть получен в результате инвестирования в альтернативные проекты в улучшение земельных участков, не имеющих застройки. Сам алгоритм расчета необходимости учета фактора стоимости денег во времени при оценке земельных участков производственного назначения предложен Воловичем Н.В. в 2004 году [92]. Согласно данным Центрального Банка Российской Федерации, средневзвешенная процентная ставка по кредитам, предоставленным кредитными организациями нефинансовым организациям в рублях на срок свыше 3 лет в декабре 2021 года составила 8,41% (дата проведения государственной кадастровой оценки, результаты которой используются в диссертации, формально – 01.01.2022) [160]. Таким образом, значение обоснованной ставки финансирования составит 8,41%.

Сроки строительства зданий и сооружений регулируются ведомственным стандартом [161]. Данный документ устанавливает нормативы продолжительности возведения объектов. В нем представлены расчетные показатели по временным рамкам для строительных работ различных категорий. Особое внимание уделяется актуальным сегодня объектам производственного, дорожного, сельского и жилищно-гражданского назначения. Нормирование длительности строительства иллюстрируется конкретными примерами, а регламентация временных периодов строительства зданий и инженерных конструкций осуществляется согласно указанному источнику.

Указанным документом установлены следующие нормы продолжительности строительства основных типов зданий:

- жилые дома, пятиэтажные, кирпичные и из мелких блоков, общей площадью 4000 м^2 – 8 месяцев;

- гостиницы, пятиэтажные, кирпичные и из мелких блоков, на 200 мест, объемом 20 тыс. м^3 – 12 месяцев;

- административные здания объемом $5,3 \text{ тыс. м}^3$ на 100 сотрудников – 7 месяцев;

- заводы площадью главного корпуса 50 тыс. м^2 – 24 месяца.

Указанные сроки учитывают только сроки строительства зданий, однако не учитывают длительность проектирования и срок подготовительных работ. Срок проектирования и подготовительных работ принят на уровне половины срока строительства. Соответственно, срок проектирования и строительства основных типов зданий составит (округленно):

- жилые дома, пятиэтажные, кирпичные и из мелких блоков, общей площадью 4000 м^2 – 12 месяцев или 1 год;

- гостиницы, пятиэтажные, кирпичные и из мелких блоков, на 200 мест, объемом 20 тыс. м^3 – 18 месяцев или 1,5 года;

- административные здания объемом $5,3 \text{ тыс. м}^3$ на 100 сотрудников – 12 месяцев или 1 год;

- заводы площадью главного корпуса 50 тыс. м² – 36 месяцев или 3 года.

Таким образом, с учетом обоснованной ставки финансирования для различных типов объектов, расположенных на земельных участках, величина корректирующего стоимостного коэффициента по фактору стадии градостроительного освоения равна согласно формуле (3)

$$K = (1 + \text{ставка кредитования}) \times t, \quad (3)$$

где t – срок, прошедший от начала градостроительного освоения.

Расчет корректирующего коэффициента для разных типов объектов представлен в таблице 7.

Таблица 7 – Расчет коэффициента градостроительного освоения земельного участка

Тип объекта	Срок строительства, месяцев	Срок строительства с учетом проектирования, месяцев	Срок строительства с учетом проектирования, лет	Ставка кредитования, в процентах	Корректирующий коэффициент, округленно
Многоквартирные жилые дома	8	12	1	8,41	1,1
Гостиницы	12	18	1,5	8,41	1,15
Административные здания	7	12	1	8,41	1,1
Промышленные объекты	24	36	3	8,41	1,3

Источник: составлено автором по материалам [155].

Количественное влияние фактора плотности застройки участка.
В соответствии с Правилами землепользования и застройки г. Мурманск [162], стандартный показатель коэффициента плотности застройки по г. Мурманск составляет 0,8. Значение данного стандарта выше, чем в других муниципальных образованиях Мурманской области. Например, в городах Апатиты и Кировск значение составляет 0,6. В качестве наибольшего показателя коэффициента застройки принято значение 4,0, исходя из расположения стандартного пятиэтажного здания на земельном участке в период массового жилищного строительства в области.

Влияние плотности застройки на стоимость земельных участков (стоимость подключения коммуникаций в данном случае) характерно в большей степени для земельных участков коммерческого назначения (сегмент 4 «Предпринимательство»), общественного назначения (сегмент 3 «Общественное использование») и земельных участков, предназначенных для размещения многоквартирных жилых домов (сегмент 2 «Жилая застройка (среднеэтажная и многоэтажная)»).

2.2 Кластеризация рынка купли-продажи земельных участков Мурманской области и анализ характеристик сегмента земельных участков производственного назначения

Экономико-географические и социально-экономические условия функционирования рынка Мурманской области. Эмпирическая база диссертации для проведения аналитических расчетов и моделирования в целях модернизации и апробирования статистических методов стоимостной оценки земельных участков производственного назначения сравнительным подходом представлена массивом «предложений на продажу земельных участков Мурманской области по состоянию на 01.10.2022, сформированного из открытых источников (сайтов-агрегаторов рыночного предложения в информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»: cian.ru, avito.ru, murmansk.cian, domofond.ru, murmansk-nedvizhimost.ru, realty.yandex.ru, hibiny.com, ruads.net и другие), а также массивом результатов кадастровой оценки земельных участков Мурманской области за 2022 год (по данным публичного Отчета о ГКО» [155]).

Макроэкономическая и региональная экономическая ситуация оказывает существенное влияние на поведение рынков различных сегментов экономики, и рынок недвижимости не является исключением. При этом рынок недвижимости является одним из основополагающих секторов национальной

экономики, так как он обеспечивает материальную базу для функционирования экономической системы в целом.

Изучение состояния регионального рынка в определенной отрасли целесообразно начать с ключевых показателей состояния этой отрасли в национальной экономике в выбранный период статистического анализа рынка, то есть в рамках настоящего исследования – за 2022 год.

Так, за первое полугодие 2022 года показатель ВВП Российской Федерации в разрезе совокупного значения строительной отрасли и операций с недвижимым имуществом составил 9 050,1 млрд руб., что составляет 13% от всего ВВП Российской Федерации за рассматриваемый промежуток времени [163]. Вышеизложенный факт свидетельствует о высоком значении отрасли для экономики в целом, так как данная доля сопоставима с показателями отрасли добычи полезных ископаемых (15%) и торговой деятельностью (12%).

По состоянию на 2021 год население Мурманской области составило 732 864 чел., площадь – 144 902 км² [164]. Несмотря на относительно небольшую численность населения региона, ее административный центр – город-герой Мурманск – является крупнейшим в мире городом, расположенным за Северным полярным кругом. Важным является факт того, что Мурманская область – один из немногих субъектов Российской Федерации, граничащий с Европейским Союзом. Также Мурманск является крупнейшим незамерзающим портом, что обуславливает стратегическое значение региона: флот, базирующийся здесь, обеспечивает круглогодичную навигацию в Арктике. Более того, к порту Мурманска приписаны все атомные ледоколы Российской Федерации, а сам порт является штаб-квартирой Северного морского пути. Город Мурманск является Особой экономической зоной портового типа.

Большая часть территории Мурманской области лежит севернее Полярного круга и располагается на Кольском полуострове. Климат арктически-умеренный, морской, с влиянием ветви теплого течения

Гольфстрим. Полярная ночь на широте Мурманска длится со 2 декабря по 11 января, полярный день с 22 мая по 22 июля.

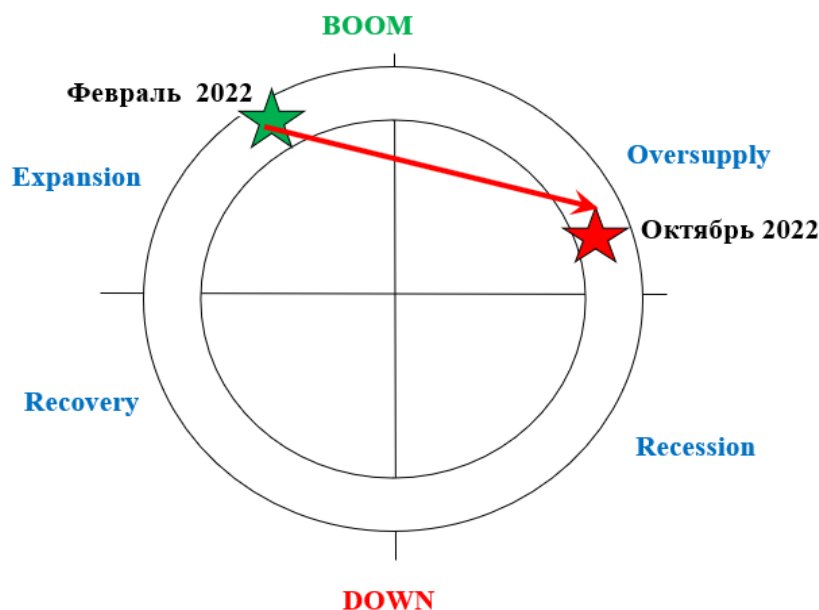
В соответствии с данными Росстата, объем работ по виду деятельности «строительство» за 2021 год увеличился в Мурманской области на 17,1% по сравнению с аналогичным показателем за 2020 год. Одновременно имело место значительное увеличение показателя ввода в эксплуатацию жилых помещений: объем площади возрос на 42,8% в 2021 году по сравнению с 2020 годом [165].

Однако за период январь – сентябрь 2022 года ожидаемо наблюдалось сокращение строительства на 4,2% по сравнению с соответствующим периодом 2021 года.

Таким образом, можно говорить о том, что Мурманская область является регионом с довольно жесткими климатическими условиями, но, при этом социально-экономические условия в регионе находятся на довольно высоком уровне. Также в регионе развивается строительная отрасль, что дает хорошую базу для развития рынка недвижимости в будущем, «однако рынок земельных участков Мурманской области по настоящее время относится к типу неразвитых.

В целом, можно сделать вывод о благоприятных базовых социально-экономических условиях развития рынка по состоянию на начало 2022 года, с прогнозом некоторого их спада на конец 2022 года, в виду того, что в первом квартале фаза «рост» рыночного цикла быстро сменилась фазой «замедление», с перспективой перехода до конца года в фазу «спад (рецессия)» [84], как показано на рисунке 1.

Следовательно, при стоимостной оценке в указанном состоянии рыночного цикла целесообразно ориентироваться на нижнюю границу получаемых рыночных диапазонов цены предложения объектов и при прогнозной экстраполяции использовать метод экспоненциального сглаживания.



Источник: составлено автором по материалам [84].

Рисунок 1 – Графическое отображение скачкообразного перехода рынка купли-продажи земельных участков Мурманской области из фазы роста в фазу избыточного предложения в 2022 году

«Кластеризация массива предложений на продажу земельных участков Мурманской области. Как показано выше, в качестве исходных данных рассмотрена выборка предложений на продажу земельных участков Мурманской области по состоянию на 01.10.2022, сформированная из открытых источников (агрегаторов [cian.ru](https://www.cian.ru), [avito.ru](https://www.avito.ru) и др.).

При анализе учитывалось административное деление Мурманской области, которая состоит из 12 городских округов и 5 муниципальных районов.

В составе муниципальных районов установлены границы 23 поселений, в том числе 13 городских и 10 сельских. В состав области входят: 16 городов, и 12 поселков городского типа. 5 из 12 городских округов Мурманской области имеют статус Закрытых административно-территориальных образований (далее – ЗАТО).

Общее число предложений в исходной выборке 9137, после предварительной очистки ее от дублей, повторов, артефактов и выбросов, а также удаления предложений застроенных участков, получена статистически значимая база данных свободных от застройки земельных

участков Мурманской области объемом 2 266 предложений» [84].

Описательная статистика очищенной выборки по удельной цене участков, в рублях на квадратный метр, представлена в таблице 8.

Таблица 8 – Описательная статистика исследуемой выборки предложений на продажу незастроенных участков Мурманской области по признаку удельной стоимости
В рублях на квадратный метр

Статистический показатель	Значение
Среднее	1 002,54
Стандартная ошибка	26,26
Медиана	654,50
Мода	250,00
Стандартное отклонение	1 250,25
Дисперсия выборки	1 563 136,98
Экцесс	109,82
Асимметричность	7,98
Интервал	24 960,00
Минимум	40,00
Максимум	25 000,00
Сумма	2 271 753,44
Счет	2 266,00
Наибольший (2)	17 500,00
Наименьший (2)	40,00
Уровень надежности (95,0%)	51,50
Погрешность в определении среднего, в процентах	5,14

Источник: составлено автором по материалам [84].

Под погрешностью в определении среднего в процентах при уровне надежности 95% здесь понимается частное от деления округленно удвоенной стандартной ошибки (то есть умноженной на значение критерия Стьюдента для уровня надежности 95%, равное округленно 1,96 – результат представлен в предпоследней строке таблицы 8) на среднее, что является практически удобной экспресс оценкой репрезентативности среднего.

Таким образом, «средняя удельная стоимость предложения по всей выборке составила $1\,002,54 \pm 5,14\%$ руб./м². Полученный показатель погрешности 5,14% свидетельствует о высокой репрезентативности среднего по общей выборке» [84]. Для дальнейших расчетов по настоящему массиву принят критерий репрезентативности в виде отсекающего значения погрешности в определении среднего – не более 20%.

Вместе с тем, высокий размах выборки, интервал между минимумом и максимумом практически в 24 960 рублей за квадратный метр,

их соотношение в 625 раз, делают целесообразным дополнительную оценку стоимостного распределения выборки, как показано в таблице 9.

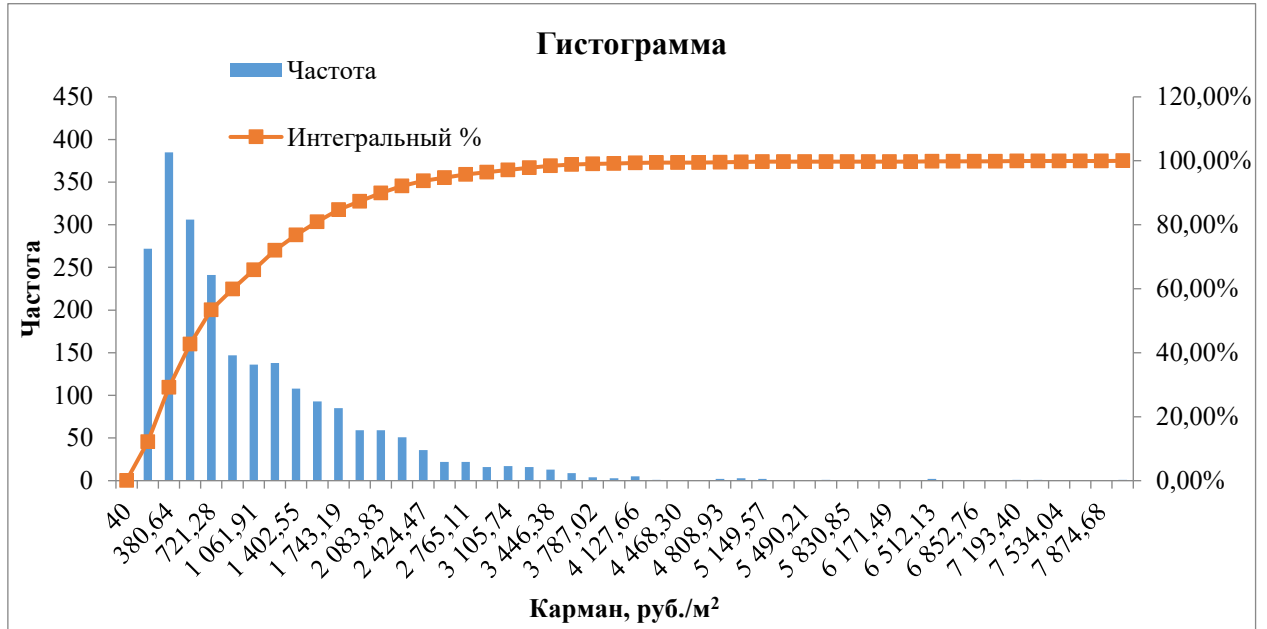
Таблица 9 – Стоимостное распределение исследованной выборки предложений на продажу незастроенных участков Мурманской области по признаку удельной цены

В рублях на квадратный метр

Карман	Частота	Интегральный, в процентах
40,00	2	0,09
571,06	988	43,69
1 102,13	538	67,43
1 633,19	334	82,17
2 164,26	189	90,51
2 695,32	103	95,06
3 226,38	53	97,40
3 757,45	29	98,68
4 288,51	10	99,12
4 819,57	2	99,21
5 350,64	5	99,43
5 881,70	1	99,47
6 412,77	1	99,51
6 943,83	1	99,56
7 474,89	2	99,65
8 005,96	0	99,65
8 537,02	1	99,69
9 068,09	0	99,69
9 599,15	0	99,69
10 130,21	0	99,69
10 661,28	0	99,69
11 192,34	0	99,69
11 723,40	0	99,69
12 254,47	0	99,69
12 785,53	0	99,69
13 316,60	1	99,74
13 847,66	0	99,74
14 378,72	1	99,78
14 909,79	0	99,78
15 440,85	1	99,82
15 971,91	1	99,87
16 502,98	0	99,87
17 034,04	1	99,91
17 565,11	1	99,96
18 096,17	0	99,96
18 627,23	0	99,96
19 158,30	0	99,96
19 689,36	0	99,96
20 220,43	0	99,96
20 751,49	0	99,96
21 282,55	0	99,96
21 813,62	0	99,96
22 344,68	0	99,96
22 875,74	0	99,96
23 406,81	0	99,96
23 937,87	0	99,96
24 468,94	0	99,96
Еще	1	100,00

Источник: составлено автором по материалам [84].

Как видно из представленных данных, более 99% наблюдений укладывается в диапазон от 40 до 5 500 руб./м², что хорошо визуализируется гистограммой на рисунке 2.



Источник: составлено автором по материалам [84].

Рисунок 2 – Стоимостная гистограмма исследованной выборки после первого этапа очистки на верхнем (некластеризованном) уровне

Соответственно, по целесообразности удалены 13 наблюдений свыше 5 500 руб./м², после чего пересчитана описательная статистика выборки, как показано в таблице 10.

Таблица 10 – Описательная статистика выборки предложений на продажу незастроенных участков Мурманской области по признаку удельной стоимости, после окончательной очистки на верхнем (некластеризованном) уровне

В рублях на квадратный метр	
Статистический показатель	Значение
1	2
Среднее	934,32
Стандартная ошибка	16,92
Медиана	651,00
Мода	250,00
Стандартное отклонение	802,83
Дисперсия выборки	644 542,14
Экссесс	2,26
Асимметричность	1,47
Интервал	4 873,00
Минимум	40,00
Максимум	4 913,00
Сумма	2 103 157,18

Продолжение таблицы 10

1	2
Счет	2251
Наибольший (2)	4879,00
Наименьший (2)	40,00
Уровень надежности (95,0%)	33,18
Погрешность в определении среднего, в процентах	3,55

Источник: составлено автором по материалам [84].

Таким образом, по результатам окончательной очистки исследуемой выборки на верхнем (некластеризированном) уровне базовая средняя удельная стоимость предложения на продажу земельных участков в Мурманской области составила $934,32 \pm 3,55\%$ руб./м².

Необходимо обратить внимание, что при разнице максимального и минимального значения более, чем в 100 раз (высокий эксцесс), погрешность в определении среднего низкая, а это значит, что указанный разброс отражает репрезентативную картину рынка.

Медиана по отношению к средней арифметической сдвинута влево, и мода еще более сдвинута влево, что свидетельствует о существенном количественном преобладании дешевых предложений (положительная асимметричность), то есть ценовое распределение предложения («поджатое» слева и «растянутое» вправо) является типичным для российского рынка недвижимости и косвенно еще раз подтверждает статистическую значимость и репрезентативность изучаемого массива [13].

«Кластеризация рынка по признаку территориального деления. Предложения на продажу оказались представлены не во всех перечисленных ранее административных единицах Мурманской области, поэтому пространственное рассечение выборки позволило разграничить и присвоить коды только 12 локациям» [84].

При этом 7 кластеров являются населенными пунктами и 4 кластера являются сборными локациями – административными районами, недифференцированными по населенным пунктам, то есть включающими как городские и сельские зоны, так и зоны вне населенных пунктов, что

отображено в таблице 11.

Таблица 11 – Территориальные кластеры очищенной выборки (локации)

Локация	Код локации	Число наблюдений
Мурманская область	0	2251
Населенные пункты		
г. Мурманск	1	594
ЗАТО г. Североморск	2	44
г. Полярные Зори	3	79
г. Оленегорск	4	36
г. Мончегорск	5	152
г. Кировск	6	7
г. Апатиты	7	175
Муниципальные районы		
Терский	8	10
Печенегский	9	5
Кольский	10	962
Кандалакшский	11	187

Источник: составлено автором по материалам [84].

Структура долевого распределения предложения земельных участков на продажу по указанным локациям представлена на рисунке 3.

Стоит отметить, что по числу предложений, как видно из диаграммы, 26% рынка купли-продажи земельных участков занимает г. Мурманск и 43% занимает сборный кластер – Кольский район.

На основании проведенного экспресс-анализа можно сделать промежуточный вывод о высокой концентрации рынка в административных границах г. Мурманска, что требует дополнительного детального межкатегориального анализа влияния градостроительных тенденций при стоимостной оценке земельных участков.

Кластеризация рынка по признаку функционального деления. Далее, в соответствии с Градостроительным кодексом Российской Федерации и другими «нормативно-правовыми актами [166], с учетом специфики региона и отдельных его территорий (ЗАТО), удалось выделить 7 сегментов функционального назначения земельных участков по видам разрешенного использования (ВРИ)» [84], названия и коды которых представлены в таблице 12.



Источник: составлено автором по материалам [84].

Рисунок 3 – Долевое распределение предложения земельных участков на продажу по локациям

Нетрудно заметить, что доля участков производственного назначения на рынке Мурманской области находится на втором месте после садово-огороднического сегмента и в полтора раза превышает долю участков под размещение коммерческой недвижимости.

В целом количество незастроенных участков производственного назначения занимает примерно треть всего предложения незастроенных земельных участков на продажу по Мурманской области.

Таблица 12 – Функциональные кластеры очищенной выборки (сегменты)

Функциональный сегмент	Код функционального сегмента	Число наблюдений
Земля для сельскохозяйственного использования	1	11
Земля для размещения жилой недвижимости	2	61
Земля для размещения коммерческой недвижимости	3	389
Земля для производственной деятельности	4	605
Земля для размещения придорожных сервисов	5	94
Земля для размещения портовых объектов	6	15
Земля для садово-огороднического использования	7	1076

Источник: составлено автором по материалам [84].

Очевидно, что предложение по разным причинам, требующим дополнительного анализа, превышает спрос, и рынок в сегменте производственного назначения является, во-первых, неразвитым, и во-вторых – узким. Более точно охарактеризовать сегмент представляется возможным на основании рассечения его по факторам локации и диапазона площадей участков.

Структура долевого распределения предложения земельных участков на продажу по указанным сегментам представлена на рисунке 4.



Источник: составлено автором по материалам [84].

Рисунок 4 – Долевое распределение предложения земельных участков на продажу по сегментам (функциональному назначению)

Следует также обратить внимание, что фактически половину общего предложения по Мурманской области составляют именно корпоративные земельные участки (сегменты 3-6).

Анализ показателей выборки в сегменте земельных участков производственного назначения. Описательная статистика сегмента представлена в таблице 13.

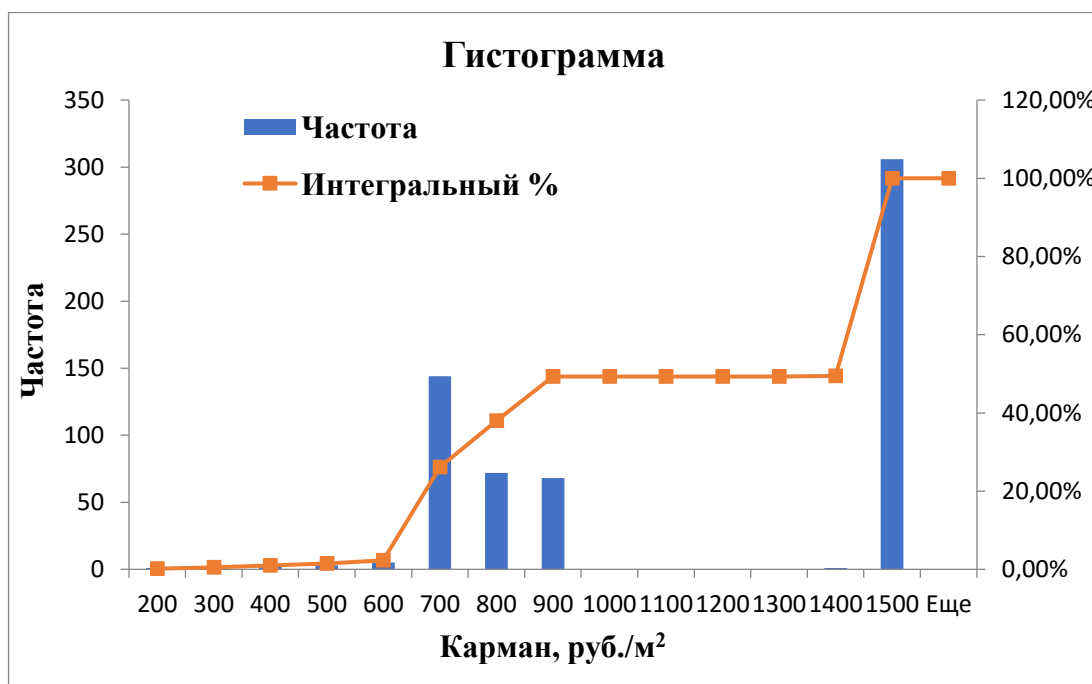
Как видно из таблицы, максимальная и минимальной удельная стоимость земельных участков производственного назначения различаются более, чем в 50 раз при низкой погрешности в определении средней.

Таблица 13 – Описательная статистика стоимостного распределения в сегменте земельных участков производственного назначения

Статистический показатель	В рублях на квадратный метр	
	Значение	
Среднее	1 083,73	
Стандартная ошибка	15,57	
Медиана	1 434,32	
Мода	1 456,70	
Стандартное отклонение	382,95	
Дисперсия выборки	146 653,02	
Эксцесс	-1,78	
Асимметричность	-0,16	
Интервал	1 262,21	
Минимум	194,78	
Максимум	1 456,99	
Сумма	655 656,62	
Счет	605	
Наибольший (2)	1 456,99	
Наименьший (2)	228,07	
Уровень надежности (95,0%)	30,58	
Погрешность в определении среднего	2,83%	

Источник: составлено автором по материалам [84].

Стандартное отклонение (382,95) представляет собой примерно 35,3% от среднего значения, что также говорит о большой вариативности данных. При этом медиана и мода значительно сдвинуты вправо по отношению к средней (отрицательная асимметричность, равна -0,16), нетипичное ценовое распределение предложения для рынка недвижимости) и эксцесс также является отрицательным, что чаще всего предполагает полимодальность выборки, как показано на рисунке 5. На основе этих показателей предполагается наличие подгруппы относительно менее дорогих участков, которые опускают среднее значение ниже медианы. А близость максимального значения как к моде (1456,70), так и к медиане предполагает возможный эффект потолка для переменной стоимости. Наличие большого количества показателей в верхнем диапазоне (мода = 1456,70) достаточно примечательно.



Источник: составлено автором по материалам [84].

Рисунок 5 – Стоимостная гистограмма исследованной выборки после первого этапа очистки на верхнем (некластеризированном) уровне

Как видно из рисунка 5, все вышеуказанное иллюстрируется ожидаемо бимодальной гистограммой стоимостного распределения. Поэтому дальнейший анализ можно осуществлять двумя способами, условно – техническим и фундаментальным.

Визуально очевидно, что в первом варианте (техническая, формальная кластеризация) следует расщепить выборку на две независимые по границе в 1000 руб./м² и заново рассчитать их показатели описательной статистики с построением соответствующих гистограмм.

Во втором варианте целесообразно сразу применить фундаментальный анализ влияния факторов местоположения и размера (диапазона площадей) земельных участков производственного назначения на их удельную стоимость, то есть дополнительно расщепить выборку земельных участков производственного назначения по указанным признакам. Описанные выше свойства распределения – асимметричность, эксцесс, бимодальность – свидетельствуют в пользу необходимости анализа пространственного распределения цен и наличия подгрупп в данных. Ниже

представлен анализ по второму (фундаментальному) варианту как более информативному и эффективному, что отображено в таблице 14.

Таблица 14 – Распределение числа предложений земельных участков производственного назначения по локациям с расчетом средней удельной стоимости

Локация	Число наблюдений, ед.	В рублях на квадратный метр
		Средняя удельная стоимость
г. Мурманск	307	1460,75
Кандалакшский район	75	694,87
г. Апатиты	72	685,40
Кольский район	68	686,37
г. Мончегорск	37	776,70
г. Полярные зори	30	671,93
ЗАТО г. Североморск	11	691,82
Печенегский район	5	285,20
Терский район	0	-

Источник: составлено автором по материалам [84].

Как видно из таблицы 14, больше половины участков со средней стоимостью выше 1400 руб./м² располагаются в границах г. Мурманска. Логично предположить, что это и есть доминирующий фактор формирования их стоимости. Остается только исключить влияние размера (площади) участков.

Для этого рассмотрено распределение наиболее крупных участков массива, площадью от 100 000 м², то есть от 10 гектар по локациям и функциональным сегментам, как показано в таблице 15.

Таблица 15 – Распределение предложения на продажу земельных участков производственного назначения площадью от 10 гектар по локациям и функциональным сегментам

Площадь, м ²	Функциональный сегмент	Удельная стоимость, в рублях на квадратный метр	Муниципальное образование
1	2	3	4
3 842 600	производственный	113,00	Кандалакшский муниципальный район
1 385 205	производственный	102,00	Кандалакшский муниципальный район
686 217	производственный	126,00	Кольский муниципальный район
588 242	производственный	216,00	г. Апатиты с подведомственными территориями
471 027	производственный	250,00	г. Апатиты с подведомственными территориями

Продолжение таблицы 15

1	2	3	4
450 586	производственный	328,00	г. Апатиты с подведомственными территориями
435 300	производственный	273,00	Печенгский муниципальный округ
402 225	производственный	1047,00	г. Мурманск
343 378	производственный	273,00	Печенгский муниципальный округ
292 016	производственный	99,00	Кандалакшский муниципальный район
287 730	производственный	214,00	Кандалакшский муниципальный район
225 237	садово-огороднический	57,00	Кольский муниципальный район
205 555	производственный	346,00	Кандалакшский муниципальный район
190 300	производственный	43,00	Кольский муниципальный район
188 289	производственный	291,00	г. Апатиты с подведомственными территориями
174 497	производственный	334,00	г. Апатиты с подведомственными территориями
153 555	производственный	158,00	Кандалакшский муниципальный район
149 312	производственный	273,00	Печенгский муниципальный округ
140 000	садово-огороднический	142,86	Кольский муниципальный район
137 942	производственный	288,00	г. Апатиты с подведомственными территориями
133 414	производственный	1541,00	г. Мурманск
133 012	портовые объекты	1927,00	г. Мурманск
132 377	портовые объекты	1927,00	г. Мурманск
130 000	садово-огороднический	96,15	Кольский муниципальный район
127 608	производственный	314,00	г. Полярные Зори с подведомственными территориями
120 589	производственный	152,00	Кольский муниципальный район
120 000	садово-огороднический	150,00	Кольский муниципальный район
100 529	производственный	329,00	Кольский муниципальный район
100 000	садово-огороднический	79,00	Кольский муниципальный район

Источник: составлено автором по материалам [84].

Как видно из таблицы 15:

- среди двадцати девяти крупнейших по площади (от 10 Га) незастроенных земельных участков, предлагаемых на продажу в Мурманской области, двадцать два имеют промышленное назначение, пять предназначены

под размещение садово-огороднических товариществ, и два – под размещение портовых объектов;

- два крупнейших участка производственного назначения, площадью 384,3 гектар и 138,5 гектар, с весьма низкой удельной стоимостью около 100 руб./м² расположены не в г. Мурманске, а в Кандалакшском районе;

- далее в убывающем рейтинге по площади находятся пять участков производственного назначения, площадью 40,2-68,6 гектар, стоимостью 126-328 руб./м² и все они тоже располагаются вне г. Мурманска;

- следующим в рейтинге размещается промышленный участок в г. Мурманск, площадью 40,2 17614,8 и стоимостью на порядок выше предыдущих – 1047 руб./м²;

- следующие двенадцать позиций в рейтинге по площади занимают участки производственного назначения и два садово-огороднических вне г. Мурманск со стоимостью 57-346 руб./м²;

- затем следуют три участка в г. Мурманске – один производственного назначения, площадью 13,4 17614,8 и стоимостью 1541 руб./м², и два под размещение портовых объектов, площадью 13,3 и 13,2 17614,8 и стоимостью каждый 1927 руб./м²;

- остальные пять участков (три промышленных и два садово-огороднических) находятся вне г. Мурманска и стоимость их составляет от 79 до 314 руб./м².

«Изложенное позволяет сделать следующие предварительные выводы:

- в исследуемом массиве предложения на продажу земельных участков Мурманской области локация является принципиально и системно более значимым фактором формирования удельной стоимости, чем функциональное назначение и площадь, если участок расположен в черте города – так как большинство объектов с очень высокой удельной стоимостью (например, свыше 1400 руб./м²) расположены в Мурманске, а объекты за пределами города (например, в Кандалакшском или Кольском районах) демонстрируют существенно более низкие цены» [167]. «Можно предположить, что наличие

городской инфраструктуры и транспортная доступность оказывают сильное влияние в данном случае;

- статистический кластерный анализ исследуемого узкого рынка земельных участков производственного назначения не позволяет достоверно выявить влияние размера (площади) на удельную стоимость (наблюдается, что даже при больших площадях, например – участки площадью свыше 10 гектар, удельная стоимость может значительно варьироваться), поэтому далее при построении дискретной пространственно-параметрической модели рынка, площадь, как фактор формирования удельной стоимости, не учитывается;

- в то же время, именно расположение (городская территория или область) оказывается доминирующим, функциональное назначение также влияет на цену – в таблице приведены и садово-огороднические, а также портовые объекты, причем портовые объекты (все в г. Мурманске) демонстрируют самые высокие удельные стоимости (1927 руб./м²), а садово-огороднические – значительно более низкие (от 57 до 142,86 руб./м²)» [167];

- вместе с тем, в рамках кластерного анализа рассматриваемой выборки нельзя и полностью исключить влияние площади участка производственного назначения на его удельную стоимость, поэтому для количественного анализа этого влияния целесообразно применить более чувствительные инструменты (например – регрессионные модели и методы машинного обучения).

2.3 Разработка алгоритма учета факторов формирования стоимости корпоративных земельных участков производственного назначения в целях применения статистических инструментов для стоимостной оценки

Фундаментальный предметный анализ факторов формирования стоимости земельных участков по данным кадастровой оценки, описанным

в параграфе 2.1, и по данным массива рыночного предложения, описанным в параграфе 2.2, позволил разделить их на три смысловые группы [167]:

- *базовые факторы*, без определения которых оценка не проводится: местоположение, функциональное назначение (вид разрешенного использования) и размер (площадь) участка, формирующие базовую удельную стоимость;

- *субъективные индивидуальные факторы*, учет которых применяется выборочно вручную, по очередности – после учета объективных факторов, и только при достоверном обосновании целесообразности и методов применения: корректировки на торг, дату оценки, вид права и условия финансирования сделки;

- *объективные дополнительные индивидуальные факторы*: совокупность любых качественных и количественных (физических, географических, технических, правовых, экономических, маркетинговых и других) релевантных признаков, используемых в индивидуальной оценке по мере доступности информации о них в описании предложения или в дополнительных объективных источниках (кадастровой карте, ГИС-системах, органах статистики и др.).

В основу построения концепции индивидуальной стоимостной оценки корпоративных земельных участков производственного назначения статистическими методами предлагается использование понятия *базовая удельная стоимость*, V_n .

Определение базовой удельной стоимости n -го объекта (V_n) с использованием указанных ниже базовых характеристик земельных участков выражается формулой (4)

$$V_n = f(L_n, F_n, S_n), \quad (4)$$

где L – местоположение, *локация* (locaton);

F – функциональное назначение, *функция* (function);

S – размер, *площадь* (square).

«Исследуемая база объектов рынка рассекается и группируется на кластеры на основе представленных параметров, причем по каждому из них может происходить сколько угодно уровневое иерархическое дробление признака» [84; 91] «для сравнения объекта оценки с другими объектами-аналогами кластера, то есть земельными участками, с которыми совершены сделки или которые представлены на рынке в качестве предложения на продажу» [95].

В частности, локация (L), по целесообразности, дифференцируется внутри региона на уровни административных единиц $L_{\text{ад}}$ (такие как города, ЗАТО – закрытые административно-территориальные образования, районы и другое), кадастровых районов $L_{\text{кр}}$ и кадастровых кварталов $L_{\text{ккв}}$. При этом выбор локации поглощает собой такие признаки, как x_1 (численность населения), а также x_3 (расстояние до областного центра), x_5 (близость к береговой линии порта), x_7 (доступ к дороге), x_8 (транспортная доступность) и x_{10} (район Мурманска) в рамках приведенного выше регрессионного уравнения оценки из Отчета о ГКО, а также неучтенный признак наличия железнодорожной ветки и др.

Фактический перечень кодифицированных территориальных кластеров на уровне административных единиц в исследуемом рыночном массиве представлен выше в параграфе 2.2 в таблице 13.

В случае отсутствия наблюдений в отдельных кластерах уровня «локация-функция» для определения базовой удельной стоимости (без учета фактора площади) предлагается применение интерполяционного прогнозирования путем коэффициентов пропорционального пересчета через те функциональные кластеры, значения по которым в данной локации представлены.

Для этого рассчитываются коэффициенты отношения базовой удельной стоимости участков отсутствующего по наблюдениям назначения (в примере ниже – производственного) в локациях, где наблюдения по данной функции имеются, к базовой удельной стоимости участков с выбранной для сравнения функцией в этих же локациях. Например, если в локации наблюдаются участки коммерческого назначения, а для производственного – нет, то находят отношение стоимости производственного участка к коммерческому в тех локациях, где и то, и другое наблюдается.

Выбор функционального назначения, с которым происходит сравнение, может быть основан на экономической логике или статистической обоснованности (в примере ниже – коммерческий сегмент может быть выбран, так как считается самым дорогим, развитым и широко представленным, что позволяет сделать надежное сравнение), либо выбор может быть вынужденным – в связи с отсутствием наблюдений по иным функциям в данной локации (в примере ниже в двух локациях такой единственной представленной функцией оказалась садово-огородническая).

После расчета локальных коэффициентов в кластерах, где это возможно по наличию наблюдений, рассчитывается усредненный коэффициент в рамках выбранного функционального назначения по всему массиву (то есть по всем локациям, где наблюдения для сравнения доступны).

Это позволяет получить один итоговый коэффициент для выбранной функции (например, для производственного назначения). Именно он и используется как итоговый коэффициент интерполяции для определения базовой удельной стоимости в кластере «локация-функция» с отсутствующими наблюдениями.

Примеры расчета для участков производственного назначения представлены в таблице 16, что позволяет увидеть, как на практике применяются описанные шаги.

Таблица 16 – Примеры интерполяционного прогнозирования базовой удельной стоимости земельных участков производственного назначения в кластерах «локация-функция с отсутствующими наблюдениями

В рублях на квадратный метр

Локация	Базовая удельная стоимость (БУС) в сегменте производственного назначения	Базовая удельная стоимость (БУС) в сегменте коммерческого назначения	Коэффициент интерполяции K_1 (отношение БУС в промышленном и коммерческом сегментах)	Базовая удельная стоимость (БУС) в сегменте садового использования	Коэффициент интерполяции K_2 (отношение БУС в промышленном и садовом сегментах)
г. Мурманск	1 460,73	2 502,12	0,58	-	-
ЗАТО г. Североморск	691,92	1 513,64	0,46	-	-
г. Полярные Зори	671,87	1 848,14	0,36	240,36	2,80
г. Оленегорск	$327,31 \times 2,01 = 657,89$	-	-	327,31	2,01 (расчетная средняя)
г. Мончегорск	776,74	1 432,10	0,54	317,92	2,44
г. Кировск	$1 672,85 \times 0,46 = 770,00$	1 672,85	0,46 (расчетная средняя)	-	-
г. Апатиты	685,37	1 469,26	0,47	392,78	1,74
Терский м.о.	$233,46 \times 2,01 = 469,25$	-	-	233,46	2,01 (расчетная средняя)
Печенегский м.о.	285,42	-	-	-	-
Кольский м.о.	686,38	1 483,41	0,46	477,68	1,44
Кандалакшский м.о.	694,84	2 162,63	0,32	423,47	1,64
Среднее значение	-	-	0,46	-	2,01

Источник: составлено автором по материалам [84].

«В связи с тем, что дискретный кластерный анализ не позволил сформировать в исследуемом рыночном массиве статистически значимые и пригодные к количественному анализу кластеры по признаку площади участков, предлагается модернизировать дискретную пространственно-параметрическую модель, используя новую уточняющую величину: *средневзвешенная по площади базовая удельная стоимость земельного участка* – $V_{взв}$.

Указанная величина рассчитывается для каждого базового кластера (определяемого признаками L и F) путем деления суммы стоимостей всех участков в кластере на сумму площадей всех участков в кластере.

Средневзвешенная по площади базовая удельная стоимость земельного участка нивелирует случайное влияние площади на удельную стоимость по всему кластеру и позволяет по целесообразности выборочно учитывать данный фактор соответствующими коэффициентами к $V_{взв}$ при индивидуальной оценке.

Если в выборке участков по количеству преобладают мелкие, но удельно более дорогие, то средневзвешенная по площади базовая удельная стоимость будет меньше среднеарифметической (математического ожидания) – $V_{ср}$, то есть будет соблюдаться соотношение $V_{взв} < V_{ср}$.

Если же крупные участки статистически значимо являются удельно более дорогими, чем мелкие, то будет соблюдаться соотношение $V_{взв} > V_{ср}$. Другими словами, будет зафиксировано положительное влияние фактора больших площадей на удельную стоимость.

Соответственно, *усредненный коэффициент влияния площади на базовую удельную стоимость в кластере* – K_s , может быть выражен, как отношение $V_{взв} / V_{ср}$. и применяться по целесообразности к крупным участкам» [170].

«Например, по Мурманской области в целом сумма полной стоимости всех предложенных на продажу земельных участков в исследуемом массиве

составила 12 856 992 784 руб., суммарная площадь предложения земельных участков на продажу составила 21 346 109 м², следовательно, средневзвешенная по площади базовая удельная стоимость составила 602,31 руб./м². Как показано в параграфе 2.2, средняя удельная стоимость предложения по Мурманской области составила 934,32 руб./м². Таким образом, усредненный коэффициент влияния площади на базовую удельную стоимость в целом по массиву равен 0,64. Другими словами, в массиве предложения на продажу количественно преобладают мелкие участки, и они являются удельно более дорогими, чем крупные.

В сегменте земельных участков производственного назначения сумма полной стоимости предложения по массиву Мурманской области составила 8 052 844 679 руб., то есть 2/3 от полной стоимости всего предложения во всех сегментах. При этом суммарная площадь предложения земельных участков производственного назначения на продажу составила 16 718 978 м², то есть около 4/5 суммарной площади всего предложения (как показано в параграфе 2.2, в целом по области промышленные участки удельно дешевле сводного среднего показателя). Соответственно, средневзвешенная по площади базовая удельная стоимость участков производственного назначения по всему массиву Мурманской области составила 481,66 руб./м². Как показано в параграфе 2.2, средняя удельная стоимость предложения земельных участков производственного назначения по Мурманской области составила 1 083,73 руб./м². Таким образом, усредненный коэффициент влияния площади на базовую удельную стоимость в целом по сегменту равен 0,44. Другими словами, в массиве предложения на продажу земельных участков производственного назначения количественно преобладают мелкие участки, и они являются удельно более дорогими, чем крупные» [170].

«Это не означает, что данная закономерность сохранится по-отдельности во всех локациях. Поэтому в дискретной пространственно-параметрической модели необходимо рассчитать показатели

средневзвешенной по площади базовой удельной стоимости по каждой локации и каждому функциональному сегменту» [170].

Субъективные и объективные дополнительные индивидуальные характеристики, *дефиниции (definition) – D_n* , в соответствии с упоминавшимися выше нормативно-методическими документами и научными публикациями, а также предложениями в рамках настоящего исследования, дифференцируются по следующим моно- или, в свою очередь, составным «элементам сравнения:

$D_{кз}$ – категория земель;

$D_{пр}$ – передаваемые имущественные права, ограничения (обременения) этих прав;

$D_{фин}$ – условия финансирования состоявшейся или предполагаемой сделки (вид оплаты, условия кредитования, иные условия);

$D_{усл}$ – условия продажи (нетипичные для рынка условия, сделка между аффилированными лицами, иные условия);

$D_{маркт}$ – условия рынка (изменения цен за период между датами сделки и оценки, скидки к ценам предложений, иные условия);

$D_{физ}$ – физические характеристики объекта, в том числе свойства земельного участка (конфигурация, рельеф, грунт и др.);

$D_{эк}$ – экономические характеристики объекта (уровень операционных расходов, если имеются арендаторы – условия аренды, состав арендаторов, иные характеристики)» [90];

$D_{тэо}$ – технико-экономические характеристики объекта (класс территории, ПЗЗ, технологические присоединения, стадия градостроительного освоения, «состояние объектов капитального строительства, соотношение площади земельного участка и площади его застройки, учет экологических требований, иные характеристики)» [90];

$D_{жд}$ – бинарный признак, отражающий наличие на участке железнодорожных путей необщего пользования либо примыкание участка

к путям общего пользования и иным аналогичным элементам железнодорожной инфраструктуры;

$D_{\text{оуз}}$ – индикатор присутствия особых условий и режимов использования земельного участка; применяется в отношении участков, на которых размещены промышленные объекты и производства I-II классов опасности, а также участков, предназначенных для размещения автозаправочных станций и иных объектов повышенной опасности;

$D_{\text{движ}}$ – наличие движимого имущества, связанного с недвижимостью;

Аналогично кодифицируются и другие характеристики (факторы формирования стоимости) в рамках индивидуальной стоимостной оценки каждого участка.

Учет субъективных и дополнительных объективных индивидуальных характеристик методически осуществляется следующим образом:

- при использовании дискретного пространственно-параметрического моделирования выборка рассекается по фактически обнаруживаемым признакам на кластеры следующего уровня со статистически значимыми средними (погрешность в определении средних не превышает 15%) до тех пор, пока на это хватает наблюдений, то есть пока не образуются конечные, неделимые кластеры. В целесообразных случаях дополнительно применяется интерполяционное прогнозирование;

- при использовании корреляционно-регрессионного моделирования аналогично задаются предикторы субъективных и дополнительных объективных индивидуальных характеристик до тех пор, пока хватает данных, чтобы коэффициенты при предикторах оставались статистически значимыми.

Регрессионная модель не может работать с пустыми кластерами, но если она преемственна к дискретной, то есть построена на преемственной кластеризации идентичной выборки, то по целесообразности можно заменять отсутствующие индивидуальные наблюдения в пустых кластерах интерполяционно предсказанными средними. Это позволяет выявить

дополнительное количество информативных стоимостных паттернов благодаря большей чувствительности корреляционно-регрессионного моделирования по сравнению с дискретным. При этом минимальное количество наблюдений в кластере необходимо указывать такое, чтобы модель не исключила из расчета данный кластер из-за их недостаточности;

- при использовании моделей машинного обучения имеется возможность сочетать и комбинировать преимущества дискретного пространственно-параметрического моделирования (первичная кластеризация на основании содержательного фундаментального опыта в предметной области и возможности последующего интерполяционного прогнозирования в пустых кластерах), преимущества корреляционно-регрессионного моделирования (чувствительность к более дифференцированному факторному анализу), а также собственные возможности эксплораторного подхода искусственного интеллекта к выявлению глубинных статистических закономерностей;

- после исчерпания возможностей всех трех перечисленных выше методов применения статистических инструментов для индивидуальной стоимостной оценки земельных участков в рамках сравнительного подхода могут вручную дополнительно применяться корректировки по неиспользованным в построенных моделях (из-за отсутствия аналогов) факторам, например - теми способами, которые применены в Отчете о ГКО и изложены в параграфе 2.1.

Таким образом, в основу концепции индивидуальной стоимостной оценки корпоративных земельных участков производственного назначения статистическими методами, включая машинное обучение, предлагается, помимо принципа межкатегориального анализа, обоснованного в первой главе, имплементировать принцип поэтапного (итерационного) кумулятивного (по мере накопления информации о значимых факторах) определения стоимости.

Данный принцип реализуется в виде предлагаемого алгоритма, включающего следующие этапы: 1) выполняемый вручную этап кластеризации массива рыночного предложения на основе модернизированной методологии дискретного пространственно-параметрического моделирования; 2) выполняемый вручную этап модернизированного регрессионного факторного анализа этого же массива данных для уточнения и ранжирования факторов формирования стоимости по статистической значимости; 3) собственно разработка и применение модели машинного обучения на этом же массиве данных с использованием ранее сформированной кластеризации рынка и выявленной значимости факторов формирования стоимости [168-170].

В соответствии с изложенным, общая концепция индивидуальной оценки удельной стоимости земельного участка выражается формулой (5)

$$V = V_n + \Delta V_{D_n}, \quad (5)$$

где V – итоговая удельная стоимость оцениваемого земельного участка;

$V_n = f(L_n, F_n, S_n)$ – базовая удельная стоимость в n -ном кластере уровня «локация-функция-площадь» при последовательном рассечении массива (при определении дискретным пространственно-параметрическим моделированием $V_n = V_{взв}$);

$V_{взв}$ – средневзвешенная по площади базовая удельная стоимость в n -ном кластере;

ΔV_{D_n} – изменение базовой удельной стоимости под действием субъективных и дополнительных объективных факторов группы D_n переменного индивидуального состава.

Пример базовой дискретной пространственно-параметрической модели рынка земельных участков Мурманской области по состоянию на 01.10.2022,

в которой последовательное рассечение массива предложений в целях визуальной наглядности осуществлено только по базовым параметрам («локация» и «функция») и применен расчет средневзвешенных по площади показателей удельной стоимости, а интерполяционное прогнозирование применено только в сегменте земельных участков производственного назначения, представлен в таблице 17.

Как видно из таблицы, первичная кластеризация произведена корректно, о чем свидетельствует колонка «погрешность в определении среднего, в процентах», значения в которой не превышают заданный в параграфе 2.2 отсекающий критерий 15%.

В целях наглядности демонстрации инструмента в данном случае расчет результатов произведен в модуле «Пакет анализа» среды MS Excel вручную, так же, как и расчет описательной статистики и построение гистограмм в параграфах 2.1 и 2.2.

Вместе с тем, в процессе исследования успешно апробирована реализация автоматического расчета дискретной пространственно-параметрической модели путем написания макроса MS Excel, а также кодирования в среде Python.

Стоит отметить, что в сегменте под коммерческое использование, в городах Мурманск и Апатиты, а также в Кольском муниципальном районе, как видно из таблицы 17, средневзвешенная по площади базовая удельная стоимость земельных участков значительно выше, чем среднеарифметическая, что позволят зафиксировать выборочное положительное стоимостное влияние фактора площади участка, которое может быть более точно оценено в корреляционно-регрессионной модели и модели машинного обучения.

Таблица 17 – Базовая дискретная пространственно-параметрическая модель рынка земельных участков Мурманской области по состоянию на 1 октября 2022 года

В рублях на квадратный метр

Территориальная локация		Функциональный сегмент		Число предложений	Базовая удельная стоимость предложения		Средневзвешенная по площади базовая удельная стоимость предложения
Код	Название	Код	Название		Среднее *	Погрешность в определении среднего, в процентах	
Мурманская область				2 251	934,32	3,55	602,31
1	г. Мурманск	Всего по локации		594	1 755,09	3,79	1 624,00
		2	Земля для размещения жилой недвижимости	27	477,22	12,63	468,56
		3	Земля для размещения коммерческой недвижимости	192	2 502,12	4,48	2627,98
		4	Земля для производственной деятельности	307	1 460,73	3,66	1387,71
		5	Земля для размещения придорожных сервисов	60	1 331,88	14,83	1382,55
		6	Земля для размещения портовых объектов	15	1 687,09	14,95	1 831,00
2	ЗАТО г. Североморск	Всего по локации		44	977,50	14,54	763,82
		3	Земля для размещения коммерческой недвижимости	15	1 513,64	11,35	1 447,47
		4	Земля для производственной деятельности	11	691,92	17,05	694,18
		5	Земля для размещения придорожных сервисов	18	705,24	18,76	609,71
3	г. Полярные Зори	Всего по локации		82	852,67	17,77	566,42
		3	Земля для размещения коммерческой недвижимости	23	1 848,14	7,12	1 802,00
		4	Земля для производственной деятельности	30	671,87	14,37	506,70
		7	Земля для садово-огороднического использования	26	240,36	16,08	220,63
4	г. Оленегорск	Всего по локации		36	327,31	16,56	298,00
		4	Земля для производственной деятельности	-	657,89**	-	405,28***
		7	Земля для садово-огороднического использования	36	327,31	17,15	298,00
5	г. Мончегорск	Всего по локации		152	722,81	11,88	743,00
		3	Земля для размещения коммерческой недвижимости	40	1 432,10	7,0	1 374,14
		4	Земля для производственной деятельности	37	776,74	14,89	658,62
		7	Земля для садово-огороднического использования	75	317,92	13,81	296,00
6	г. Кировск	Всего по локации		7	1 672,85	16,11	1 637,88
		3	Земля для размещения коммерческой недвижимости	7	1 672,85	16,11	1 637,88
		4	Земля для производственной деятельности	-	770,00	-	524,16****

Продолжение таблицы 17

Территориальная локация		Функциональный сегмент		Число предложений	Базовая удельная стоимость предложения		Средневзвешенная по площади базовая удельная стоимость предложения
Код	Название	Код	Название		Среднее *	Погрешность в определении среднего, в процентах	
7	г. Апатиты	Всего по локации		184	857,06	9,32	414,75
		3	Земля для размещения коммерческой недвижимости	56	1 469,26	8,39	1 541,73
		4	Земля для производственной деятельности	72	685,37	11,19	343,88
		7	Земля для садово-огороднического использования	47	392,78	15,45	429,84
8	Терский муниципальный район	Всего по локации		10	233,46	18,87	229,69
		4	Земля для производственной деятельности	-	469,25	-	312,38***
		7	Земля для садово-огороднического использования	10	233,46	18,87	229,69
9	Печенегский муниципальный район	Всего по локации		5	285,42	10,22	273,21
		4	Земля для производственной деятельности	5	285,42	10,22	273,21
10	Кольский муниципальный район	Всего по локации		962	521,54	5,46	343,95
		1	Земли для сельскохозяйственного использования	11	450,47	11,86	387,52
		2	Земля для размещения жилой недвижимости	34	505,85	11,84	479,27
		3	Земля для размещения коммерческой недвижимости	24	1 483,41	15,34	1 633,75
		4	Земля для производственной деятельности	68	686,38	13,18	324,84
		5	Земля для размещения придорожных сервисов	16	677,93	15,48	619,11
11	Кандалакшский муниципальный район	Всего по локации		187	854,75	12,87	191,22
		3	Земля для размещения коммерческой недвижимости	32	2 162,63	12,26	2 002,16
		4	Земля для производственной деятельности	75	694,84	14,41	163,32
		5	Земля для размещения придорожных сервисов	6	1 197,30	18,51	1 182,07
		7	Земля для садово-огороднического использования	74	423,47	15,76	373,35
<p>* Показатели рассчитаны посредством применения инструмента «Описательная статистика» в программе MS Excel к выборке по каждому кластеру (локации и сегменту).</p> <p>** Коэффициенты пересчета для определения предсказанных средних, выделенных жирным шрифтом, приняты из таблицы 15.</p> <p>*** Средний коэффициент пересчета по средневзвешенным по площади значениям садово-огороднического сегмента равен 1,36</p> <p>**** Средний коэффициент пересчета по средневзвешенным по площади значениям коммерческого сегмента равен 0,32.</p>							

Источник: составлено автором по материалам [84; 91].

Выводы по второй главе

В основу алгоритма индивидуальной стоимостной оценки корпоративных земельных участков производственного назначения статистическими методами, включая машинное обучение, предлагается, помимо принципа межкатегориального анализа, обоснованного в первой главе, имплементировать принцип поэтапного (итерационного) кумулятивного (по мере накопления информации о значимых факторах) определения стоимости.

Данный принцип реализуется в виде предлагаемого алгоритма, включающего следующие этапы: 1) выполняемый вручную этап кластеризации массива рыночного предложения на основе модернизированной методологии дискретного пространственно-параметрического моделирования; 2) выполняемый вручную этап модернизированного регрессионного факторного анализа этого же массива данных для уточнения и ранжирования факторов формирования стоимости по статистической значимости; 3) собственно разработка и применение модели машинного обучения на этом же массиве данных с использованием ранее сформированной кластеризации рынка и выявленной значимости факторов формирования стоимости.

Классифицированы факторы формирования стоимости корпоративных земельных участков производственного назначения в целях статистического анализа по признаку оптимизации их фундаментальной значимости и информационной доступности на: 1) базовые факторы, без определения которых оценка не проводится (местоположение, функциональное назначение и площадь), формирующие базовую удельную рыночную стоимость; 2) объективные дополнительные индивидуальные факторы, формирующие индивидуальную рыночную стоимость – совокупность любых качественных и количественных (физических, географических, технических, правовых, экономических, маркетинговых и других) релевантных признаков,

используемых в индивидуальной оценке по мере доступности информации о них в описании предложения или в дополнительных объективных источниках (Единой цифровой платформе «Национальная система пространственных данных», ГИС-системах, органах статистики и других);

3) субъективные индивидуальные факторы, уточняющие индивидуальную рыночную стоимость, учет которых применяется выборочно вручную, по очередности – после учета объективных факторов, и только при достоверном обосновании целесообразности и методов применения: корректировки на торг, дату оценки, вид права и условия финансирования сделки.

Глава 3

Разработка комплексного метода стоимостной оценки корпоративных земельных участков производственного назначения статистическими инструментами

3.1 Институциональные условия и научно-практические проблемы внедрения машинного обучения в профессиональную стоимостную оценку корпоративных земельных участков производственного назначения

Системная проблема развития стоимостной оценки статистическими методами корпоративных земельных участков производственного назначения. Ключевой научно-практической проблемой совершенствования оценки корпоративных земельных участков производственного назначения статистическими методами и инструментами за последние тридцать лет является институализация процесса в рамках, в основном, задач кадастровой, а не рыночной оценки.

Среди особенностей развития института кадастровой оценки в Российской Федерации можно выделить исторически сложившуюся тенденцию регулирования и контроля со стороны государства. Государственное управление кадастровой оценкой в Российской Федерации характеризуется концентрацией функций в руках уполномоченных органов, таких как Росреестр и местные органы власти. Это приводит к необходимости дальнейшего совершенствования законодательной базы и организационных структур для обеспечения прозрачности и объективности оценки.

В то же время развитие оценки рыночной и кадастровой стоимости земельных участков производственного назначения статистическими методами в Российской Федерации требует внедрения современных методов

и технологий, а также формирования независимых структур, ответственных за проведение оценочных работ.

Основываясь на опыте зарубежных стран, российским специалистам целесообразно обратить внимание на такие аспекты, как регулярная переоценка недвижимости, использование современных технологий в оценке, и создание независимых комиссий для проведения оценки. Это позволит повысить качество и точность оценки, а также создать условия для справедливой стоимостной оценки и развития рынка промышленных земель в Российской Федерации.

Можно ожидать, что на ближайшие годы ключевыми направлениями развития стоимостной оценки корпоративных земельных участков производственного назначения статистическими методами и инструментами станут:

- дальнейшая автоматизация процесса: совершенствование существующих и создание новых автоматизированных систем оценки на основе технологий машинного обучения;
- интеграция данных из различных источников: использование больших данных, сбор информации в реальном времени и учет множественных факторов при оценке с применением технологий машинного обучения, нейросетей и других технологий искусственного интеллекта;
- развитие международного сотрудничества и использование зарубежного опыта массовой оценки.

Общее направление и теоретические основы разработки методического подхода к применению машинного обучения в стоимостной оценке корпоративных земельных участков производственного назначения. Как показано в главе 1, индивидуальная оценка статистическими методами удельной стоимости земельных участков в рамках сравнительного подхода может проводиться с помощью, например, дискретного моделирования, регрессионного моделирования или машинного обучения, где упомянутые методы не являются взаимоисключающими альтернативами, а скорее

представляют собой пересекающиеся (и иногда дополняющие друг друга) подходы к моделированию. Таким образом, при выборе метода количественного анализа стоимости следует ориентироваться на специфику проблемы и данных.

Дискретное моделирование в широком смысле описывает некую систему или процесс в терминах дискретных событий или состояний, однако при этом оно может включать и оценку количественных отношений между переменными, где внутри модели могут использоваться регрессионные оценки для прогнозирования временных интервалов, затрат, вероятностей и так далее. В случае анализа стоимости земельных участков, дискретное пространственно-параметрическое моделирование определяет среднюю стоимость (если говорить точнее – определяет статистический рыночный диапазон стоимости) в выделенном кластере, если в нем есть реальные наблюдения. Если нет – определяет предсказанную среднюю путем интерполяционного прогнозирования по данным соседних кластеров.

Ниже представлены выводы из некоторых работ, использующих регрессионный анализ для стоимостной оценки и, в частности, сравнивающий/комбинирующий его результаты с альтернативными подходами.

Эконометрическое моделирование стоимости земельных участков производственного назначения для массовой оценки развивается в Российской Федерации и за рубежом с переменным успехом [121; 122].

К прорывным можно отнести публикации китайских авторов, разрабатывающих методики на больших статистических массивах данных в стране, где много земли и много промышленности, в рамках пилотного проекта по реформированию системы земельных ресурсов в сельской местности в Китае [123]. Авторы исследуют факторы, влияющие на стоимость передачи земли производственного назначения, основанные на географически взвешенной регрессионной модели (далее – GWR). Такая модель является расширением традиционных моделей регрессии,

адаптированным для обработки пространственной нестационарности. Это означает, что отношения между переменными могут различаться в разных географических точках.

Традиционные модели регрессии, такие как метод наименьших квадратов (далее – OLS), предполагают, что отношения между переменными постоянны во всей исследуемой области. Однако это предположение часто нереалистично в географических контекстах, где факторы, влияющие на результаты (например, цены на землю), могут различаться в зависимости от местоположения. Модель GWR учитывает данную особенность, позволяя коэффициентам регрессии изменяться в разных местах. Она делает это, применяя пространственную весовую матрицу, которая дает больше влияния близлежащим наблюдениям и меньше – отдаленным. Этот подход выявляет локальные вариации в отношениях между независимыми переменными (такими как плотность населения, экономический рост и т. д.) и зависимой переменной (цена промышленной земли). В результате GWR фиксирует пространственную неоднородность данных, выявляя локальные закономерности, которые OLS (традиционные регрессии) могут упустить. Исследователи выбрали восемь движущих факторов из экономических, демографических, инфраструктурных и ресурсных условий на основе местных условий развития:

- темпы экономического роста (рост ВВП);
- плотность населения (Pod);
- темпы роста населения (Pog);
- расстояние до центра города (Dic);
- количество больниц на единицу площади (Hon);
- плотность дорог (Rod);
- количество школ на единицу площади (Scn);
- доля обрабатываемых земель (Lap).

Две переменные (плотность дорог и количество школ) затем исключены из-за высокой коллинеарности.

Модель GWR значительно превзошла модель OLS в объяснении колебаний цен на передачу промышленных земель. Коэффициент детерминации R^2 модели GWR составил 89,6%, тогда как для OLS он составил 64,1%. Такие факторы, как доля обрабатываемых земель и расстояние до центра города, имели отрицательную корреляцию с ценами на промышленные земли, а это означает, что в более отдаленных или сельских районах цены на землю, как правило, ниже. Модель GWR продемонстрировала, что эти факторы оказывают разное влияние в разных городах, подчеркивая пространственно неоднородный характер взаимосвязей.

Другим направлением эконометрического моделирования стоимости земельных участков производственного назначения является оценка спроса на промышленное и коммерческое землепользование с учетом экономических прогнозов [124]. Простые методы оценки спроса на промышленное и коммерческое землепользование могут применяться в контексте моделирования землепользования, в частности, для приложений в континентальном масштабе, где отсутствие данных часто является основным ограничением. Авторы предложили набор подходов, основанных на мерах «интенсивности землепользования», указывающих объем экономического производства на существующую единицу площади землепользования.

Базовая модель разработана для оценки спроса на землю на основе интенсивности землепользования, специфичной для региона. Кроме того, введены варианты, учитывающие секторальные различия в интенсивности землепользования. Проведена проверка для ряда европейских стран путем оценки землепользования за 2006 год и сравнения ее с наблюдениями. Результаты моделей сравнивались с оценками, полученными с использованием «нулевой модели» (без изменения землепользования) и простых экстраполяций тренда.

Результаты показывают, что предложенные подходы явно превзошли «нулевую модель», но не всегда превосходили линейную экстраполяцию. Анализ неопределенности далее показал, что эффективность моделей

особенно чувствительна к качеству входных данных о землепользовании. Кроме того, неизвестные будущие тенденции региональной интенсивности землепользования значительно расширяют диапазоны неопределенности прогнозов. Экономический продукт и площадь поверхности коммерческого и производственного использования постоянно сильно коррелируют на региональном уровне. В Европейских странах промышленные и коммерческие земли – довольно широкий и неоднородный класс землепользования. Например, в номенклатуре CORINE Land Cover одноименный класс землепользования включает фабрики всех видов промышленности, объекты для производства энергии и телекоммуникационных сетей, объекты, связанные с обороной и безопасностью, торговые центры и выставочные площадки, а также широкий спектр объектов, связанных с государственными или частными услугами, такими как школы, университетские и исследовательские кампусы и больницы. Попытка смоделировать такой неоднородный класс в целом накладывает очевидные ограничения.

Наиболее очевидным из всего является то, что интенсивность землепользования значительно различается между отраслями, не говоря уже о различиях между различными секторами экономики. Чтобы устранить это ограничение, необходимо дифференцировать показатели интенсивности землепользования как региональные, так и отраслевые [125].

Исследование [126] показывает, что стоимость земель, предоставляемых для строительства нефтегазовых объектов, оказалась низкой на основе точных статистических данных. За последнее время эта стоимость уменьшилась с 0,61 до 0,18 от общей стоимости земель для промышленности. Главная причина этого – снижение прибыли в нефтегазовой сфере. По нашему мнению, это важно учитывать при определении кадастровой стоимости земель, выделяемых под нефтегазовые объекты. Также стоит отметить, что стоимость земли играет незначительную роль в цене права пользования недрами, как правило, получаемого на аукционах. В Российской Федерации моделирование

стоимости земельных участков для оценки статистическими методами развивается неравномерно в различных регионах [127]. Следует отметить серьезное исследование, представляющее собой кластерный анализ для моделирования стоимости земельных участков производственного назначения в Красноярском крае [128].

В работе [171] использован множественный регрессионный анализ (далее – MRA) стоимости объектов застройки, моделируя взаимосвязь между стоимостью недвижимости и несколькими независимыми переменными. Его результаты сравниваются с результатами традиционного подхода к оценке, использующими несколько схожих объектов недвижимости с корректировками на различия. Первой реализовалась идентификация переменных – 14 факторов, влияющих на стоимость недвижимости, определены с помощью обзора литературы и консультаций экспертов, затем качественные факторы количественно оценены с использованием числовых шкал (например, качество местоположения оценивалось по шкале от 1 до 3) [172]. Также сильной стороной работы является прозрачность, а именно четко задокументированные ценовые факторы и их коэффициенты значимости, последовательные системы оценки для каждого фактора и четкая 7-шаговая методология.

Интересен пример работы, использующей методы машинного обучения для массовой оценки [173]. В данной статье представлен подход машинного обучения к автоматизированной оценке недвижимости с упором на продажи квартир в Ереване. Исследователи использовали два основных подхода к машинному обучению: XGBoost (Extreme Gradient Boosting – градиентный бустинг) – их основная модель, которая превзошла другие подходы, а также Random Forest (расшифровать по-русски) – использовалась в качестве модели сравнения. Данные получены с трех онлайн-платформ предложения недвижимости (list.am, myrealty.am, real-estate.am), причем авторы отметили необходимость тщательной дедупликации и удаления выбросов, а сильной стороной работы является комбинирование обычных атрибутов объектов

с геопространственными данными о районе. Обычные атрибуты включали в себя тип здания, высотность, площадь, состояние объекта в бинарном виде (новое/старое), наличие балкона и так далее, а геопространственные данные содержали в себе информацию о близости к государственным, медицинским, развлекательным и так далее объектам.

XGBoost превзошел Random Forest со средним абсолютным процентным отклонением 8,16% против 8,27%, а ключевыми характеристиками признаны район (с большим отрывом), площадь, тип здания и год постройки объекта. Включение геопространственных данных значительно улучшило производительность модели (улучшение на 31-40% по разным алгоритмам).

Проблемой исследования авторы указывают то, что модели показали более высокий уровень ошибок для объектов с более высокой стоимостью, вероятно, из-за меньшего количества обучающих данных в этом диапазоне и более высокой дисперсии. Обзор литературы в работе указывает на то, что ансамблевые методы (в частности, XGBoost) неизменно превосходят традиционные методы, такие как линейная регрессия и географически взвешенная регрессия для оценки недвижимости, а гедонистические подходы к ценообразованию позволяют количественно оценить вклад конкретных характеристик недвижимости в стоимость.

Работа Исмагуловой и Массаковой [174], исследующая стоимость земельных участков, также подтверждает, что экономико-статистические методы, основанные на корреляционно-регрессионном анализе, более надежны, чем прямое сравнение со случайными аналоговыми объектами: статистически обработанные данные с десятков сопоставимых земельных участков дают более объективную основу, чем индивидуальные сравнения, с известными доверительными интервалами и систематическими ошибками. Согласно полученным выводам, для земельных участков (особенно под коттеджное и жилищное строительство) ключевыми факторами являются расстояние от города, рельеф (ровный или неровный рельеф) и площадь. Работа примечательна тем, что в случаях, когда земля и здания имеют

объединенные цены, использованы косвенные методы для выделения стоимости земли. Слабой стороной подхода авторы отмечают то, что подход менее эффективен на аномальных или быстро меняющихся рынках.

Таким образом, если резюмировать и обобщить выводы из перечисленных работ, то авторы рекомендуют по возможности:

- применить геопространственные данные, так как они хорошо комбинируются с моделями МО, в частности, случайного леса и XGBoost;
- использовать коэффициенты значимости для преобразования качественных факторов в числовые значения;
- включить этап анализа важности независимых переменных; использовать комплексные оценочные показатели, не полагаясь на одну метрику.

В параграфах 3.2 и 3.3 диссертации перечисленные рекомендации полностью учтены, а также получили авторское развитие в разработке регрессионной модели и применении машинного обучения в рамках комплексного метода стоимостной оценки корпоративных земельных участков производственного назначения.

3.2 Построение и апробация регрессионной модели рынка земельных участков Мурманской области на основе фиктивных переменных

Для реализации межкатегориального регрессионного анализа использованы результаты очистки и кластеризации массива по качественным характеристикам, приведенными в главе 2.

Ниже представлен анализ распределения источников данных, который представляет собой критически важный этап в исследовании рынка (сбора информации об аналогах оцениваемого объекта), поскольку различные платформы агрегации данных могут демонстрировать систематические смещения в представлении объектов [175]. Отсутствие учета вариации

в источниках данных может существенно повлиять на надежность эконометрических моделей, приводя к проблеме неоднородности выборки (heterogeneity bias) и, как следствие, к неточным прогнозам стоимости недвижимости.

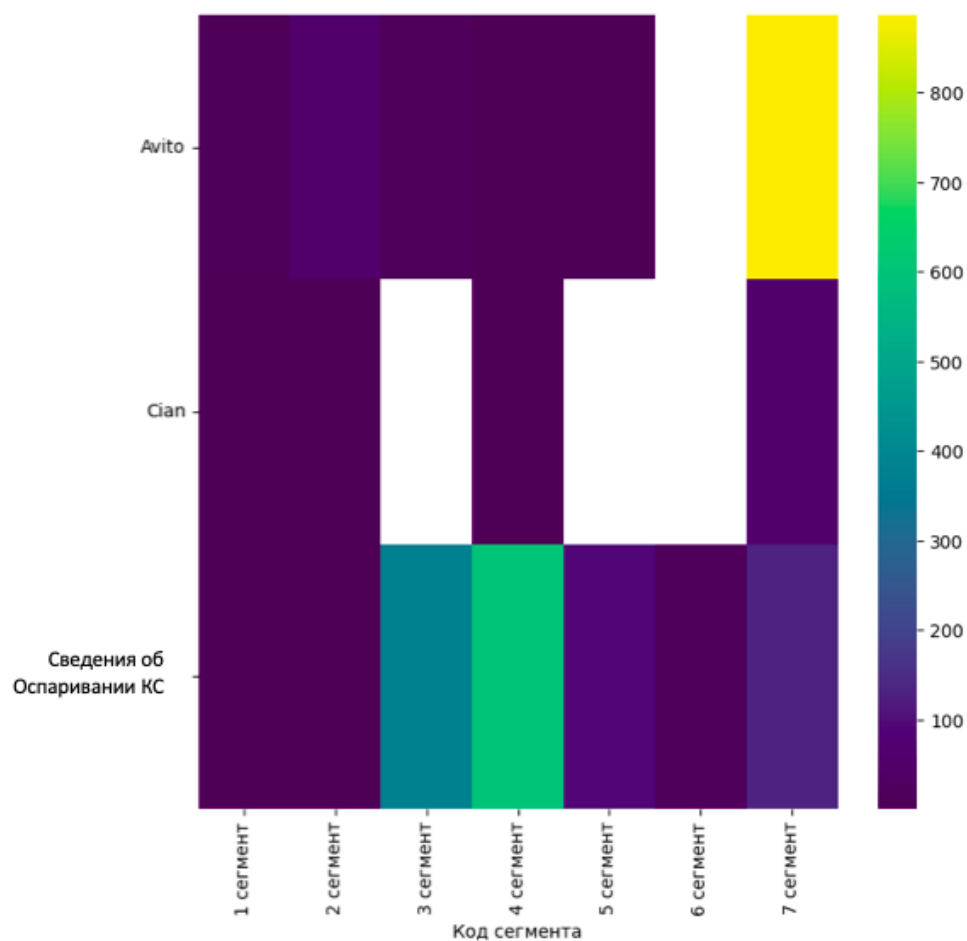
Игнорирование неравномерности распределения наблюдений по источникам может привести к существенным искажениям в оценке рыночных показателей, особенно когда определенные географические локации или сегменты рынка имеют преобладающее представительство на конкретных платформах. Например, премиальные объекты могут быть непропорционально представлены на специализированных платформах, в то время как массовый сегмент доминирует на площадках общего назначения.

Рассматриваемые далее данные, как уже указано, собраны как с онлайн-агрегаторов (cian.ru, avito.ru), так и из массива наблюдений о кадастровой стоимости (об оспаривании КС / установлении КС в размере рыночной).

Построение матрицы совместного распределения по источнику данных и функциональному сегменту, представленное на рисунке 6, показывает явную неоднородность распределения: земельные участки для размещения портовых объектов без застройки не представлены ни на cian.ru, ни на avito; большинство земель коммерческого и производственного секторов без застройки также получены из третьего источника; на cian.ru также не представлено участков коммерческого и придорожного сегментов. Наиболее крупной подгруппой являются садово-огороднические участки, продаваемые с помощью avito.

В контексте российского рынка недвижимости эта проблема приобретает особую актуальность из-за региональных различий в популярности различных площадок размещения объявлений и варьирующейся степени проникновения цифровых платформ в разных субъектах Российской Федерации. Так, согласно сравнительным

исследованиям, «cian.ru» имеет самую большую базу актуальных объявлений в Москве и Московской области, Санкт-Петербурге и Ленинградской области [176], а пользователи «avito.ru» более представлены в других регионах.



Источник: составлено автором по материалам [176].

Рисунок 6 – Совместное распределение функций и источников данных

Помимо этого, «avito.ru» по сегменту недвижимости считается площадкой с более низким средним чеком и вызывает вопросы у пользователей с точки зрения безопасности сервиса [177].

Хотя различие массивов на торговых площадках не является фокусом данного этапа, найденную дополнительную переменную следует учитывать при дальнейшей интерпретации результатов моделирования.

«В регрессионную модель включены три уже указанных базовых фактора формирования стоимости (предиктора):

- 1) локация (L);
- 2) функциональный сегмент (D);

3) площадь участка (S)» [84].

Дополнительно можно учитывать теоретическое наличие и еще одного типа релевантных пространственных переменных, таких как расстояние до дорог, расстояние до центров населенных пунктов, до порта (в случае Мурманска) и так далее. Такие переменные могут быть любого типа, но вычисляются как правило при наличии геопропространственных данных о локации участка, которые на платной или бесплатной основе обычно можно получить из публичных баз данных.

Таким образом, для включения результатов разбиения на кластеры из параграфа 2.3, таблиц 11 и 12, «использован метод создания дамми-переменных. Дамми-переменная, или фиктивная переменная, принимает только два возможных значения – 0 или 1 (дихотомическая, бинарная). При этом 0 означает отсутствие признака у объекта, 1 – наличие признака.

В таком случае уравнение регрессионной модели для расчета удельной стоимости n -го исследуемого участка, учитывающее три базовых фактора формирования стоимости (локация, площадь и функциональный сегмент, к которому принадлежит участок)» [84], может быть записано в формуле (6)

$$V_n = V_0 + \Delta_{Ln} \times L_n + \Delta_{Fn} \times F_n + \Delta_{Sn} \times S_n + \varepsilon, \quad (6)$$

где « V_0 (intercept), в рублях – величина, представляющая предсказанную удельную стоимость 1 м² в локации и сегменте, принятых за базовые (в рассматриваемом массиве это город Мурманск, садово-огороднический сегмент). Intercept, иногда называемый константой, в регрессионной модели представляет собой среднее значение интересующей (зависимой) переменной, когда все переменные-предикторы в модели равны нулю;

Δ_{Ln} – коэффициент при дамми-переменной L_n , который экономически интерпретируется как степень влияния факта нахождения участка

в данной локации на величину его удельной стоимости (добавочная стоимость к величине интерсепта V_0 за счет указанного фактора), в рублях;

L_n – дамми-переменная принадлежности участка к данной локации ($L = 0$, если участок не находится в данной локации, и $L = 1$, если участок в ней располагается)» [84];

« Δ_{Fn} – коэффициент при дамми-переменной F_n , который экономически интерпретируется как степень влияния факта принадлежности участка к определенному функциональному сегменту на величину его удельной стоимости (добавочная стоимость к величине интерсепта V_0 за счет указанного фактора), в рублях;

F_n – дамми-переменная принадлежности участка к данному функциональному сегменту ($F = 0$, если участок не находится в данной локации, и $F = 1$, если участок в ней располагается);

Δ_{Sn} – коэффициент при количественном предикторе площади, который экономически интерпретируется как степень влияния площади участка на его удельную стоимость, (добавочная стоимость к величине интерсепта V_0 за счет указанного фактора), руб./м²;

S_n – количественная переменная площади участка, м²;

ε – ошибка регрессии» [84].

«Можно дать следующую интерпретацию этой формулы – для участков вне конкретной локации без учета ошибки и принадлежности к функциональному сегменту базовая удельная цена обследуемого участка будет равна $V_0 + \Delta_{Sn} \times S_n$, в то время как у участков в этой локации $V_0 + \Delta_{Ln} \times L_n + \Delta_{Sn} \times S_n$ с учетом предпосылки, что Δ_{Sn} одинакова для обеих категорий участков. В связи с этим подобные дамми-переменные называют переменными сдвига. Если учитывать только принадлежность участка к определенному сегменту, то средняя удельная цена в садово-огородническом сегменте будет равна V_0 без учета ε ,

в сельскохозяйственном (сегмент 1) – $V_0 + \Delta_{D1} \times D_1$, в жилом (сегмент 2) $V_0 + \Delta_{D2} \times D_2$, в коммерческом (сегмент 3) – $V_0 + \Delta_{D3} \times D_3$ и так далее.

Далее необходимо учесть, что вариантов признаков (локации и функционального сегмента) больше двух, а именно 11 и 7, что обозначено в таблицах 4 и 5, соответственно. В таком случае по числу вариантов признака вводим 11 бинарных переменных (L_{1-11}) и 7 (D_1-D_7), которые принимают значение 0, если участок не находится в соответствующих локации или сегменте, и 1, если участок там располагается. Однако включать все 11 и 7 переменных по количеству локаций и функциональных сегментов в модель регрессии нельзя, так как в этом случае предикторы окажутся линейно зависимыми между собой (мультиколлинеарными), поэтому одну из переменных (на выбор) следует исключить. Например, исключим переменную L_1 , обозначающую принадлежность участка к территории города Мурманска, и D_7 , обозначающую принадлежность участка к сегменту земель садово-огороднического назначения. Другими словами, интерсепт V_0 равен средней удельной цене участка садово-огороднического назначения в городе Мурманске без учета влияния площади участка» [84]. Тогда итоговое уравнение регрессии в общем виде будет выглядеть, как показано в формуле (7)

$$V_n = V_0 + \Delta_{L2}L_2 + \Delta_{L3}L_3 + \Delta_{L4}L_4 + \Delta_{L5}L_5 + \Delta_{L6}L_6 + \Delta_{L7}L_7 + \Delta_{L8}L_8 + \Delta_{L9}L_9 + \\ + \Delta_{L10}L_{10} + \Delta_{L11}L_{11} + \Delta_{F1}F_1 + \Delta_{F2}F_2 + \Delta_{F3}F_3 + \Delta_{F4}F_4 + \Delta_{F5}F_5 + \Delta_{F6}F_6 + \\ + \Delta_{S_n}S_n + \varepsilon. \quad (7)$$

«Нахождение оценок параметров регрессии (V_0 , Δ_{L_n} , Δ_{F_n} , Δ_{S_n} , а также их ошибок, то есть отклонений от модели) осуществляем обычным методом наименьших квадратов (далее – МНК). Результаты такого расчета представлены в таблице 18.

Коэффициент детерминации R^2 модели равен 0,664 в 90%-м доверительном интервале [0,65; 0,68]. Это означает, что факторы локации, сегмента и площади совместно объясняют около 67% вариации значений стоимости в выборке» [84].

Как видно из таблицы 18, «почти все коэффициенты предикторов оказались статистически значимы ($p\text{-value} < 0,05$), за исключением коэффициента сельскохозяйственного сегмента. Можно предположить, что сегменты «сельскохозяйственные угодья» и «садово-огороднические участки» во многом схожи, так как они относятся к землям сельскохозяйственного назначения, поэтому сельскохозяйственное использование как фактор не показало значимых отличий по стоимости (всего 20,86 руб./м², тогда как остальные трехзначные и больше)» [84].

Таблица 18 – Параметры трехфакторной регрессии с фиктивными переменными

Предиктор	Параметр регрессии	95-процентный доверительный интервал параметра регрессии	Доля дисперсии за счет предиктора, sr^2	90-процентный доверительный интервал величины sr^2
Intercept	1 140,74 *	[1 071,31; 1 210,17]	–	–
Сельскохозяйственное использование	-20,86 **	[-298,82; 257,10]	0,00	[-0,00; 0,00]
Жилая недвижимость	-261,04 *	[-384,19; -137,90]	0,00	[0,00; 0,01]
Коммерческая недвижимость	1 310,47 *	[1 239,61; 1 381,32]	0,20	[0,18; 0,22]
Производственная деятельность	316,27 *	[252,56; 379,97]	0,01	[0,01; 0,02]
Придорожный сервис	302,55 *	[190,53; 414,58]	0,00	[0,00; 0,01]
Порты	556,58 *	[309,91; 803,25]	0,00	[0,00; 0,01]
ЗАТО г. Североморск	-811,33 *	[-958,40; -664,25]	0,02	[0,01; 0,02]
г. Полярные Зори	-766,43 *	[-878,20; -654,66]	0,03	[0,02; 0,03]
г. Оленегорск	-808,09 *	[-975,48; -640,71]	0,01	[0,01; 0,02]
г. Мончегорск	-838,49 *	[-926,95; -750,04]	0,05	[0,04; 0,06]
г. Кировск	-777,39 *	[-1 127,89; -426,88]	0,00	[0,00; 0,00]
г. Апатиты	-826,48 *	[-907,49; -745,47]	0,06	[0,05; 0,07]
Терский муниципальный район	-906,86 *	[-1 204,77; -608,95]	0,01	[0,00; 0,01]
Печенегский муниципальный район	-1 104,60 *	[-1 518,45; -690,75]	0,00	[0,00; 0,01]
Кольский муниципальный район	-668,15 *	[-737,74; -598,56]	0,05	[0,04; 0,06]
Кандалакшский муниципальный район	-633,50 *	[-714,35; -552,66]	0,04	[0,03; 0,04]
Площадь земельного участка	-0,0003621*	[-0,00; -0,00]	0,00	[0,00; 0,00]
<p>П р и м е ч а н и я</p> <p>* Значение $p\text{-value}$ этого коэффициента меньше 0,01.</p> <p>** Значение $p\text{-value}$ этого коэффициента меньше 0,05.</p>				

Источник: составлено автором по материалам [84; 91].

«Коэффициент при предикторе площади участка крайне мал и отрицателен, но при этом значим. Таким образом, удельная стоимость устойчиво, но почти незначительно снижается при увеличении общей площади участка.

Как и следовало ожидать, во всех локациях относительно Мурманска рассчитанная удельная стоимость значимо меньше. Самые низкие значения удельной стоимости в поселках Печенегский и Терский, что логично, поскольку в городах Мурманской области рыночная стоимость ниже, чем в городе Мурманск, но не настолько, как в поселках. Большинство коэффициентов местоположения значимы (в таблице 5 отмечены знаком *) и имеют большие отрицательные значения по сравнению с исходной локацией (г. Мурманск)» [84].

«Сегмент земель коммерческого использования – самый значимый предиктор повышения удельной цены (+1 310,47) и «ответственен» за 20% дисперсии (наивысшее значение sr^2). В производственном, портовом сегментах и в сегменте придорожного сервиса также статистически значимо повышается удельная стоимость. Примечательно, что жилой сегмент смоделирован как более дешевый, чем садово-огороднический. Это может наблюдаться в силу ограниченности наблюдений (61) жилого сегмента» [84].

«Итак, используя результаты применения МНК, получено следующее уравнение модели, которое выражается в формуле (8)

$$\begin{aligned}
 V_n = & 1\,140,74 - 20,86 \times F_1 - 261,04 \times F_2 + 1\,310,47 \times F_3 + 316,27 \times F_4 + \\
 & + 302,55 \times F_5 + 556,58 \times F_6 - 811,33 \times L_2 - 766,43 \times L_3 - 808,09 \times L_4 - \\
 & - 838,49 \times L_5 - 777,39 \times L_6 - 826,48 \times L_7 - 906,86 \times L_8 - 1\,104,60 \times L_9 - \\
 & - 668,15 \times L_{10} - 633,50 \times L_{11} - 0,0003621 \times S, \quad (8)
 \end{aligned}$$

где F_{1-6} – дамми-переменные функциональных сегментов, 0/1;

L_{2-11} – дамми-переменные локаций, 0/1;

S – площадь участка, m^2 » [84].

«В качестве примера использования построенной регрессионной модели рассчитаем удельную цену для воображаемого участка в городе Оленегорске площадью 820 квадратных метров, принадлежащего жилому сегменту» [84]. Из таблицы 18 видно, что Оленегорск соответствует дамми-переменной L_4 , а жилой сегмент – F_2 . Тогда переменные F_1 и F_3-F_6 , как и переменные L_2-L_3 , L_5-L_{11} , будут равны нулю, и уравнение будет иметь следующий вид

$$V_n = 1\,140,74 - 808,09 \times L_4 - 261,04 \times F_2 - 0,0003621 \times S = 71,31 \text{ руб./м}^2,$$

где $L_4 = 1$, $F_2 = 1$, $S = 820 \text{ руб./м}^2$.

Преимущества рассматриваемой модели:

1) возможность учета малозначимого фактора площади участка (он станет значимым только для лотов площадью в десятки гектаров, например, промышленных, сельскохозяйственных земель);

2) более высокая точность при меньшем числе наблюдений и возможность менее трудоемкого учета большого числа факторов.

Эта модель, как и ДППМ, может быть применена в том числе для автоматизации рыночной и кадастровой оценки, а также использоваться для расчета стоимости прав аренды земельных участков, находящихся в государственной и муниципальной собственности» [84].

Таким образом, анализ данных о продаже земельных участков в Мурманской области привел к разработке двух моделей: дискретной пространственно-параметрической модели (ДППМ) и регрессионной модели. Обе из полученных моделей основаны на межкатегориальном по нескольким измерениям анализе, но оценивают в том числе и индустриальные участки. Ниже раскрыты сравнительные преимущества и недостатки указанных моделей.

Дискретная пространственно-параметрическая модель.

Классическая ДППМ (собственно дискретный статистический кластерный анализ) усиливается мультипликативными расчетами

предсказанных значений, используя кластеризацию по локациям и функциональным сегментам (интерполяционное прогнозирование) для пустующих кластеров – что является глубоко обоснованной реализацией принципа межкатегориального анализа в стоимостной оценке корпоративных земельных участков производственного назначения.

ДППМ показала себя гибкой в учете различных локаций и функциональных сегментов, что позволяет адаптировать ее под специфику разных регионов. Это особенно полезно для рынков с ярко выраженной территориальной или функциональной сегментацией. Еще одним ее преимуществом является простота как в расчетах, так и в интерпретации результатов. Это делает модель практически полезной и доступной для широкого круга пользователей, не обладающих глубокими знаниями в области статистики. С другой стороны, модель демонстрирует высокую чувствительность к размеру и качеству исходных данных, в частности, дисперсии и изменчивости цен.

Применение регрессии с фиктивными переменными в небольшой степени, но требует специализированных знаний для корректного применения и интерпретации результатов. Это может ограничивать ее использование в условиях недостаточного доступа к данным или аналитическим ресурсам по сравнению с ДППМ. Регрессионная модель также обладает возможностью прогнозирования изменений стоимости земли в зависимости от динамики влияющих факторов, что делает ее ценным инструментом для планирования и девелопмент [84].

В итоге, обе модели представляют собой ценные инструменты для анализа земельного рынка и стоимостной оценки земельных участков производственного назначения, каждая со своими преимуществами и ограничениями. Метод ДППМ может служить инструментом для быстрой и первичной оценки, а регрессия, в своих оценках учитывающая с небольшим весом весь объем предложений на рынке, для детального анализа. Результаты оценки по обеим моделям представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Оценка удельной стоимости земельных участков разного функционального назначения на основании ДППМ и линейной регрессионной модели с фиктивными переменными

В рублях на квадратный метр

Локация	Сегмент	Оценка по дискретной модели	Оценка по линейной модели	Дельта
1	2	3	4	5
г. Мурманск	Жилая недвижимость	477,22	879,18	401,96
г. Мурманск	Коммерческая недвижимость	2502,12	2449,81	-52,31
г. Мурманск	Производственная деятельность	1460,73	1453,24	-7,49
г. Мурманск	Придорожный сервис	1331,88	1441,89	110,01
г. Мурманск	Порты	1687,09	1687,00	-0,09
ЗАТО г. Североморск	Коммерческая недвижимость	1513,64	1639,26	125,62
ЗАТО г. Североморск	Производственная деятельность	691,92	643,07	-48,85
ЗАТО г. Североморск	Придорожный сервис	705,24	630,40	-74,84
г. Полярные Зори	Коммерческая недвижимость	1848,14	1684,03	-164,11
г. Полярные Зори	Производственная деятельность	671,87	682,29	10,42
г. Полярные Зори	Садово-огородническое использование	240,36	373,59	133,23
г. Оленегорск	Жилая недвижимость	-	71,10	-
г. Оленегорск	Садово-огородническое использование	327,31	332,41	5,10
г. Мончегорск	Коммерческая недвижимость	1432,10	1611,75	179,65
г. Мончегорск	Производственная деятельность	776,74	615,03	-161,71
г. Мончегорск	Садово-огородническое использование	317,92	301,84	-16,08
г. Кировск	Коммерческая недвижимость	1672,85	1672,57	-0,28
г. Апатиты	Коммерческая недвижимость	1469,26	1623,63	154,37
г. Апатиты	Производственная деятельность	685,37	616,89	-68,48
г. Апатиты	Садово-огородническое использование	392,78	313,82	-78,96
Терский	Садово-огородническое использование	233,46	233,54	0,08
Печенегский	Производственная деятельность	285,42	285,20	-0,22
Кольский	Сельскохозяйственное использование	-	450,45	-
Кольский	Жилая недвижимость	-	211,03	-
Кольский	Коммерческая недвижимость	1483,41	1782,20	298,79
Кольский	Производственная деятельность	686,38	777,57	91,19

Продолжение таблицы 19

1	2	3	4	5
Кольский	Придорожный сервис	677,93	773,59	95,66
Кольский	Садово-огородническое использование	477,68	471,66	-6,02
Кандалакшский	Коммерческая недвижимость	2162,63	1816,82	-345,81
Кандалакшский	Производственная деятельность	694,84	791,47	96,63
Кандалакшский	Придорожный сервис	1197,30	808,52	-388,78
Кандалакшский	Садово-огородническое использование	423,47	506,64	83,17

Источник: составлено автором по материалам [84].

В представленной таблице средняя разница по оценкам (средняя дельта) составляет приблизительно 12,82, но стандартное отклонение достаточно велико (161,19), что указывает на значительные колебания между отдельными участками.

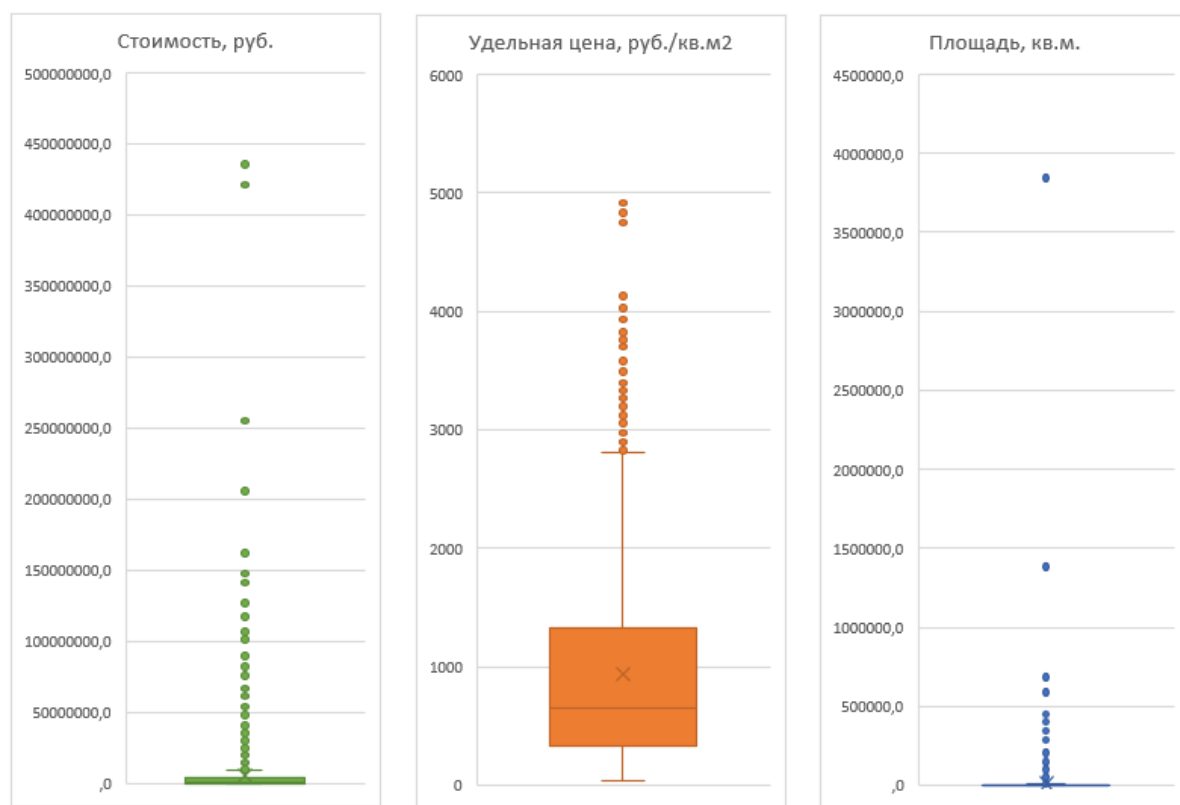
«Как видно, наибольший размах разницы оценок наблюдается в сегментах «Жилая недвижимость» и «Придорожный сервис», а в остальных сегментах оценки на основе регрессионной и дискретной моделей не сильно отличны. С точки зрения локаций, наибольшая вариация наблюдается в Кандалакшском районе Мурманской области, а в остальных локациях разницы в оценках небольшие, и вариативностью не отличаются» [168].

Следовательно, первичный анализ показывает, что в зависимости от типа участка и его локации ДППМ, и регрессионное моделирование могут показать, как схожие результаты, так и достаточно отличные.

Качество моделей рынка земельных участков Мурманской области сравнивалось с помощью коэффициента R^2 (коэффициента детерминации), а также MAE (mean absolute error – средняя абсолютная ошибка).

Для регрессионной модели с фиктивными переменными показатель $R^2 = 0,664$. R^2 демонстрирует значения в диапазоне от 0 до 1, где значения, близкие к 1, свидетельствуют о большей объясняющей силе и качестве модели. R^2 традиционно интерпретируется как доля изменчивости

наблюдаемой переменной, объясняемая влиянием предикторов в общей изменчивости – таким образом, 66,4% дисперсии цены объясняется переменными на основе локации, функционального сегмента и площади участка. При этом MAE для удельной цены составила 320,17. Средняя ошибка оказалась достаточно высокой, так как регрессионная модель с номинальными переменными также чувствительна к числу наблюдений в кластерах, как и дискретно-параметрическая. Помимо этого, распределение цен в рассматриваемой выборке достаточно широко, а также асимметрично, как показано на рисунке 7. ДППМ показала $R^2 = 0,676$. Для оценки коэффициента детерминации и средней ошибки средние удельные цены по кластерам, отображенные в таблице 17, сопоставлены с фактическими. MAE составила 312,4.



Источник: составлено автором по материалам [84].

Рисунок 7 – Распределение полной стоимости, удельной цены предложения и площади участков в исследуемой выборке

Таким образом, ДППМ в данном случае показала немного большую точность, чем регрессионная, но разница незначительна. Очевидной причиной

для этого является малая представленность некоторых сочетаний факторов в выборке (например, для локации «ЗАТО г. Североморск» присутствует всего 11 предложений для производственного сегмента и 15 для коммерческого).

3.3 Разработка и апробация модели машинного обучения для стоимостной оценки корпоративных земельных участков производственного назначения

Дальнейшая часть работы сфокусирована на применении методов машинного обучения (далее – МО) для оценки стоимости корпоративных земельных участков производственного назначения и сравнительном анализе результатов. Интеграция методов МО в данную работу и в область оценки стоимости земли в целом видится идеей, имеющей как научную, так и практическую ценность, так как соответствует парадигме, к которой движется данная область и соответствующая профессиональная среда.

Для обоснования логики расчетной части исследования ниже перечислены уточненные концептуальные положения межкатегориальной оценки земельных участков производственного назначения, которые:

- 1) проходят разные фазы жизненного цикла (неосвоенный, частично освоенный (обеспеченный коммуникациями), застроенный, нефункционирующий (подлежащий освобождению с выводом предприятия и сносом строений) и др.);
- 2) имеют принципиально разные классы качества и местоположения (в центре города, на окраине города, на границе с городом, недалеко от города, вдали от города и др.);
- 3) имеют разную степень интеграции с кластером (изолированные, в составе промышленной зоны, в составе бизнес-парка, в составе индустриального парка и др.);
- 4) имеют разный потенциал смены текущего функционального назначения и градостроительного развития (под жилую застройку, под

общественную зону, под индустриальную зону иного функционала – складскую, транспортную и др.).

Поэтому в сравнительной стоимостной оценке земельных участков производственного назначения целесообразно ориентироваться на нетривиальный межкатегориальный подход – группировать и исследовать не только узкие аналоги промышленных участков, но и рассматривать все остальные сегменты в локации, вместе с изменениями стоимости которых меняется и стоимость земель производственного назначения. Для этого и необходимо обосновать, разработать и апробировать соответствующие методы, основанные на моделях машинного обучения.

Научная ценность применения методов МО к оценке стоимости промышленных земель заключается в расширении методологического арсенала, доступного исследователям. Вероятно, ключевое преимущество этой группы статистических методов для научного сообщества видится в возможности исследовать и моделировать сложные паттерны и зависимости, которые могут остаться незамеченными или недооцененными в традиционных подходах. Стоимость земель, включая индустриальные, подвержена влиянию множества факторов и их взаимодействий, включая местоположение, доступность, зонирование, рыночные динамики и так далее; Многие методы машинного обучения, за счет возможности не определять предварительно конкретную формулу модели, позволяют применить эксплораторный подход и при любом случае их применения обнаружить ранее незамеченные интересные зависимости и паттерны. А они, в свою очередь, могут натолкнуть на нужную идею исследователей, придерживающихся более традиционных методологий.

Практическая же ценность принятия методов МО для оценки стоимости промышленных земель еще более глубока. В пользу этой концепции говорят прецеденты из других видов оценки стоимости - принятие МО привело к более динамичным и адаптивным моделям ценообразования, которые лучше отражают реалии рынка.

В первой и второй главах диссертации упомянут ряд особенностей земельного рынка: *неоднородность, влияние нормативных изменений и изменений зонирования, долгосрочная инвестиционная перспектива, экологическо-социальные аспекты*. Ниже кратко рассмотрено, как наличие каждой из особенностей может быть связано с тем, какие методы машинного обучения подходят для анализа земельного рынка и как они будут оптимизироваться:

1) неоднородность (уникальность каждого земельного актива).

Теоретически предпочтительны алгоритмы, способные обрабатывать многомерные данные и фиксировать сложные нелинейные зависимости. Ансамблевые методы на основе дерева решений, такие как Random Forest (случайный лес) и GBM (gradient boosting machine – градиентный бустинг), могут справиться с изменчивостью и неоднородностью земельных участков [178].

GeoAI (геопространственный искусственный интеллект) – разновидность ИИ, ориентированная на анализ пространственных данных, сочетает в себе традиционные алгоритмы МО с географическими информационными системами (ГИС) для анализа пространственных аспектов оценки земли [179]. GeoAI и подобные методы могут анализировать пространственные данные (например, зоны затопления, модели урбанизации) и включать их в модели оценки.

В более простые методы, например – в линейную регрессию для учета экологии можно, например, добавить прокси-переменные, которые приблизительно соответствуют экологическим и социальным характеристикам местоположения. Например, для социальных показателей переменными могут выступать: средний доход, плотность населения или уровень преступности в районе и другое. Уровень образования или уровень занятости также могут отражать социально-экономический статус местности.

Резюмируя обзор, отметим, что выбор метода МО зависит от конкретных характеристик земельного рынка, типа доступных данных

и проводимого анализа. В контексте уникальных особенностей земли как товара особенно ценны методы, которые могут обрабатывать многомерные, нелинейные и временные данные, в то же время включающие широкий спектр экзогенных переменных.

Некоторые модели МО способны в перспективе преодолеть указанные особенности набора данных и, вероятно, смогут показать большую объясняющую и предсказательную силу относительно дискретной и регрессионной моделей.

Так, проблему наличия аутлаеров можно потенциально решить использованием робастных статистических методов, применением логарифмической трансформации целевой переменной, применением так называемых ансамблевых моделей (например, Random Forest – случайный лес). Модель случайного леса для предсказания количественных значений может учитывать нелинейные связи и взаимодействия между предикторами, выявляя более сложные закономерности, чем линейная регрессия.

Исходя из выводов работы Лейфера Л. и Черной Е., на этапе выбора модели машинного обучения целесообразно отдать предпочтение Random Forest, так как в его исследовании сравнительные результаты расчетов метрик точности показали, что в схожем кейсе работы с категориальными переменными и данными о локации Random Forest продемонстрировал более выигрышные метрики, чем некоторые более новые модели МО (XGBoost, нейронная сеть). Размер обучающей выборки индустриальных участков около $N = 1500-2000$ представляется оптимальным, так как в работе Лейфера Л. и Черной Е. график зависимости размера обучающей выборки и метрик качества моделей показывает явное снижение прироста коэффициента детерминации R^2 , как и снижение минимизации MedAPE (медианная абсолютная ошибка) как раз в промежутке $N = 1500-2000$ [180].

Разработанный Брейманом Л. в 2001 году, инструмент случайного леса устраняет многие ограничения отдельных деревьев решений, сохраняя при этом их преимущества в плане интерпретируемости [84; 181].

Наконец, метод менее чувствителен к экстремальным значениям, которые распространены в ценообразовании на недвижимость, и может поддерживать точность, когда часть данных отсутствует, что особенно важно для узких рынков.

Алгоритм функционирует в следующей последовательности шагов:

- сначала для каждого дерева случайная выборка с заменой извлекается из исходных обучающих данных. Это означает, что некоторые земельные участки могут появляться несколько раз в одной выборке, а другие могут не появляться вообще. Такой подход создает разнообразие среди деревьев;

- далее для каждой выборки бутстрепа создается дерево решений, с использованием рекурсивного бинарного разделения, для чего в каждом узле выбирается случайное подмножество признаков-переменных (обычно квадратный корень из p для задач классификации и $p/3$ для регрессии, где p – общее количество признаков). Это означает, что в теории один узел может учитывать только местоположение и площадь земельного участка, игнорируя другие признаки.

В каждой точке принятия решения целью алгоритма является найти наилучший способ разделения земельных участков – в случае нашей конкретной задачи, «наилучший» способ будет означать создание двух дочерних узлов с минимально варьирующейся целевой переменной наблюдений внутри каждой группы и максимально отличающимся средним значением целевой переменной между узлами. Принцип разделения среди этих признаков выбирается на основе минимизации ошибки (обычно среднеквадратичной ошибки для регрессии). Построение дерева и разделение продолжается, пока не будет достигнуто то или иное условие для остановки – например, достигнута максимальная глубина дерева, достигнут минимальный размер узла или же среднеквадратичная ошибка перестает значительно снижаться. В конце каждой ветви находится листовой (или конечный) узел, где прогнозируется среднее всех наблюдений, которые там оказались. Например: «Для производственных участков площадью $<600 \text{ м}^2$ в

Мурманске средняя стоимость составляет X ». Окончательным прогноз выражается формулой (9)

$$\check{y} = \left(\frac{1}{B}\right) \times \sum f_b(x), \quad (9)$$

где B – количество деревьев;

$f_b(x)$ – предсказание b -го дерева для матрицы входных данных x .

Соответственно, для предсказания целевой переменной в новом наблюдении n следует проследить путь n вниз по дереву на основе его значений признаков, присвоить предсказанное значение на v в зависимости от того, какой из конечных узлов дерева достигнут, а далее рассчитать окончательное предсказание – среднее значение из всех рассчитанных.

Таким образом, разные деревья в алгоритме отражают разные закономерности в данных о стоимости участков, что достигается за счет разных обучающих выборок для каждого дерева, а также разных характеристик, рассматриваемых в каждой точке принятия решения. Усреднение множества прогнозов уменьшает ошибку, подобно тому, как в индивидуальной оценке усреднение нескольких независимых оценок дает более надежную стоимость земельного участка. Модель также отслеживает, насколько каждая характеристика (местоположение, площадь земли и так далее) улучшает прогнозы, позволяя получить информацию, какие характеристики сильнее всего влияют на стоимость земли в отдельно взятом наборе данных.

Механизм реализации алгоритма в Python выглядит следующим образом: использованы библиотеки `pandas (pd)` – для загрузки, организации и предобработки данных в табличном формате, `numpy (np)` – для математических операций с данными, `scikit-learn` (импортируется как `sklearn`) – для применения самого алгоритма машинного обучения, `matplotlib`

и `seaborn` - для построения графиков прогнозов, важности признаков и распределений ошибок. В частности, `scikit-learn` предоставляет ряд ключевых для плана анализа функций: `RandomForestRegressor` – фактический алгоритм случайного леса для задач регрессии, `train_test_split`, позволяющий разделить данные на обучающие и тестовые наборы, `GridSearchCV`, позволяющий автоматически подобрать наилучшие настройки модели, и `OneHotEncoder` – преобразует категориальные переменные в формат, который может использовать модель.

Ниже приведено описание реализации пошагово в приложениях А, Б.

На этапе предобработки данных сначала `pd.read_csv()` используется для загрузки данных, далее `OneHotEncoder()` преобразует категориальные данные в числа. Чтобы модель могла корректно обрабатывать неколичественные значения сегментов и локаций, эти категории должны быть закодированы в числа, то есть в набор бинарных переменных. Это стандартный способ обработки категориальных переменных для моделей машинного обучения.

Далее применяется функция `train_test_split()`, позволяющая разделить данные на две группы – 70% для обучения модели, 30% для тестирования. В силу гетерогенности набора данных и очень разного размера релевантных сегментов, разбиение данных на тренировочную и валидационную подвыборки стратифицировано – таким образом обеспечено, что в обеих подвыборках представлены все сочетания локаций и назначений участков.

Особенность выборки заключается в том, что некоторые комбинации локаций и сегмента имеют слишком мало наблюдений или не имеют вообще – и такая комбинация удалена (одно наблюдение).

«Далее следует этап построения модели, где последовательно функция `RandomForestRegressor()` создает модель, а `GridSearchCV()` тестирует различные параметры, чтобы найти наилучшую комбинацию. Данный метод автоматически перебирает заданные комбинации гиперпараметров, таких как количество деревьев в лесу (`n_estimators`), максимальная глубина дерева

(`max_depth`), минимальное количество образцов для разделения узла (`min_samples_split`) и минимальное количество образцов в листе (`min_samples_leaf`), оценивая их с помощью кросс-валидации и выбирая наилучшие параметры для повышения эффективности модели» [168].

«Используемая процедура подбора параметров модели осуществляет автоматический перебор заранее заданных комбинаций гиперпараметров, включая число деревьев в ансамбле (`n_estimators`), максимально допустимую глубину дерева (`max_depth`), минимальный объем выборки для расщепления узла (`min_samples_split`) и другие настройки. Для каждой комбинации оценивается качество модели, после чего выбирается конфигурация, обеспечивающая наилучшие целевые показатели» [168; 182].

«Для последнего упомянутого шага создается словарь, содержащий параметры проверки (размер узла, глубина и т. д.), и применяется функция, которая демонстрирует найденные оптимальные параметры. Функция `fit()` обучает модель на подвыборке входных данных и завершает этап анализа. Этап оценки строится на функции `.predict()`, которая и делает прогнозы целевой переменной на основе новых данных, `mean_squared_error()`: измеряет точность прогноза, вычисляя среднеквадратичную ошибку, а также метрику `r2_score()` - которая показывает, насколько объяснена дисперсия по шкале от 0 до 1.

В качестве признаков для разделения деревьев применена кластеризация, реализованная в предыдущей главе. Использование вручную консолидированных локаций в качестве категориального признака решает распространенную проблему в геопространственном моделировании: разную плотность данных в разных регионах. Этот гибридный подход экспертной оценки предметной области (ручная консолидация регионов) в сочетании с машинным обучением использует экспертные знания о значимых географических границах для частичного решения проблемы размера выборки в малонаселенных областях, а также предоставляет легко интерпретируемую

характеристику наблюдениям» [168]. Такой комбинированный подход, основанный на экспертном проектировании признаков и машинном обучении, часто оказывается более эффективным, чем чисто автоматизированный подход, особенно при работе с пространственными данными, где ценны знания предметной области о регионах.

Например, в работе «Гибридный подход к сегментации рынка, оценке и выбору сегмента рынка: интеграция майнинга данных и MADM» [185] используется комбинация методов, которая позволяет использовать как сегментацию на основе данных, так и экспертные суждения в процессе оценки. Включение экспертных мнений улучшило процесс сегментации за счет учета качественных факторов, что привело к более информированному и контекстуально релевантному анализу по сравнению с использованием исключительно автоматизированных методов добычи данных [183]. Исследование Alvarez Gebelin et al. (2024) применяет Систему классификации ФАО в Уругвае, объединяя автоматизированные методы классификации с адаптацией экспертами для соответствия национальному контексту. Экспертная настройка алгоритма привела к значительному повышению точности классификации с 85% в более ранних версиях до 95% в самых последних, что дополнительно демонстрирует ценность включения экспертных знаний в предметной области для повышения производительности автоматизированных систем классификации [184].

Для максимальной эффективности комбинации подходов, логичными представляются такие дальнейшие шаги, как включение характеристик, основанных на расстоянии, для учета внутрирегиональной изменчивости, а также рассмотрение кодирования регионов как категориальных переменных и, возможно, как географических координат, чтобы обеспечить гибкость модели. Данное направление анализа ограничено за счет, в частности, отсутствия массива географических координат в свободном доступе.

Регрессионный анализ, описанный выше, также может предоставить «фору» в понимании базовых закономерностей в данных: так, регрессионные p -значения могут быть использованы для предварительного выбора признаков, если необходимо сосредоточить вычислительные ресурсы на наиболее перспективных переменных. Также поэтапный анализ позволяет проанализировать распределение регрессионных остатков и выделить в определенную группу участки, где регрессия показала плохие результаты (высокие остатки).

В рамках предобработки данных выявлено, что база, особенно переменные площади и стоимости, отличается наличием выбросов. Модель случайного леса должна быть более устойчива к выбросам, чем примененные в предыдущих разделах методики, благодаря использованию случайных подвыборок данных для построения деревьев. Для оценки влияния выбросов проведен сравнительный анализ моделей на данных с выбросами и без них.

На первом этапе модель обучена на всех данных, включая выбросы. Для оценки точности рассчитаны метрики MAE, MSE и RMSE:

- 1) MAE (mean absolute error) – средняя абсолютная ошибка, показывающая среднее отклонение предсказанных значений от реальных в тех же единицах, что и сами значения;
- 2) MSE (mean square error) – среднеквадратичная ошибка, более чувствительная к крупным ошибкам, так как ошибки возводятся в квадрат;
- 3) RMSE (Root mean square error) – корень из среднеквадратичной ошибки;
- 4) R^2 – коэффициент детерминации, измеряющий, какую часть вариации в целевой переменной объясняет модель (максимальное значение составляет 1).

Далее для выяснения меры влияния наличия выбросов на результаты проведен этап фильтрации данных. Для этого использовалось отсечение данных на основе стандартных отклонений – наблюдения, значения площади

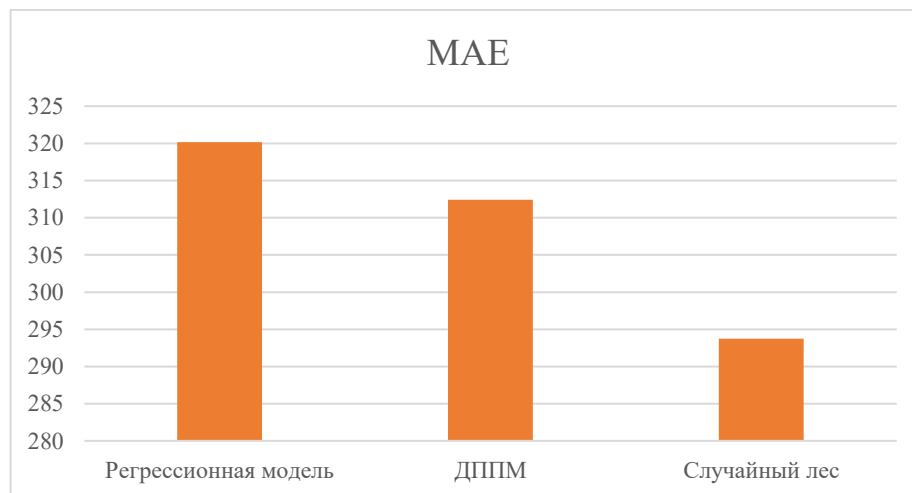
при которых превышали 3 стандартных отклонения от среднего, считались выбросами и удалены. После фильтрации данных модель повторно обучена на очищенных данных, и снова рассчитаны метрики точности, что позволило сравнить результаты двух вариантов (метрики точности модели с выбросами и без них), как показано в таблице 20.

Таблица 20 – Сравнение метрик для данных с выбросами и для отфильтрованных данных

Метрика	С выбросами	Без выбросов
R ²	0,690	0,683
MAE	293,738	298,284
MSE	194474,444	199706,346
RMSE	440,993	446,885

Источник: составлено автором по материалам [84].

Сравнение метрики средней абсолютной ошибки для моделей, построенных последовательно в главах 2-3 представлено ниже на рисунке 8 – хронологически последний этап, а именно модель случайного леса, показала наименьшую MAE, что говорит о преимуществе результатов этой модели перед как регрессионной, так и дискретной.

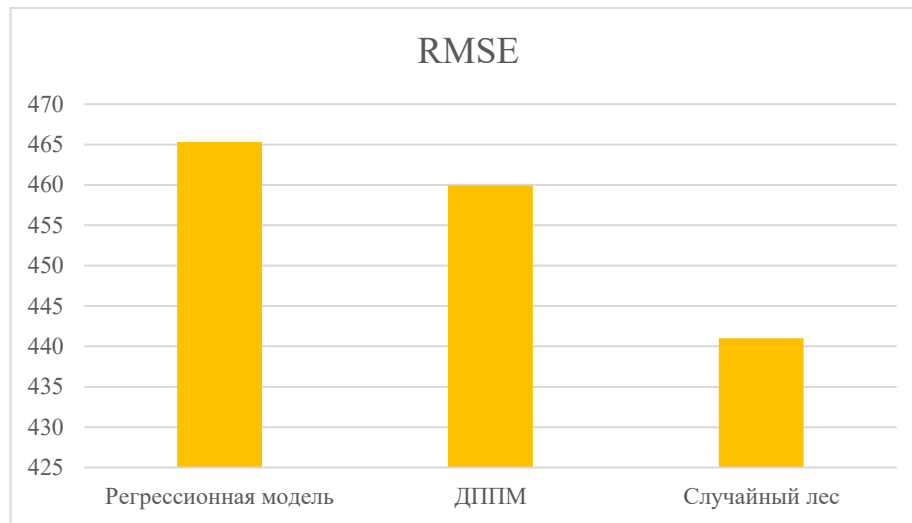


Источник: составлено автором по материалам [84].

Рисунок 8 – Визуализация метрики MAE для трех моделей

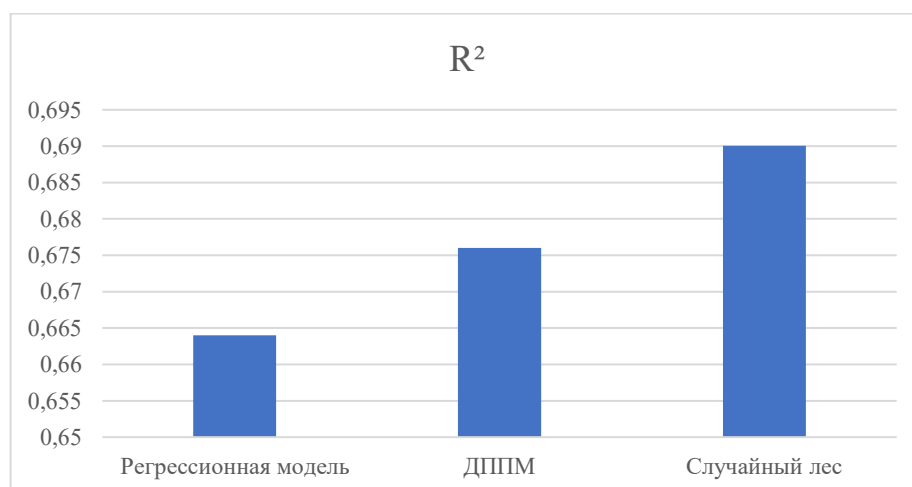
Показатели RMSE представлены ниже на рисунке 9. Среднеквадратичная ошибка более чувствительна к выбросам, чем MAE,

и можно заметить, что модели расположились в том же порядке по величине данной метрики, как и для абсолютной ошибки.



Источник: составлено автором по материалам [84].
Рисунок 9 – Визуализация метрики RMSE для трех моделей

По величине метрики R^2 модели ожидаемо расположились в обратном порядке, то есть все три визуализированных метрики показывают целевую модель случайного леса как наиболее эффективную. Разница получилась небольшой, но при наличии большего количества дополнительных переменных можно ожидать еще большего ее преимущества перед двумя другими, сравнение представлено на рисунке 10.



Источник: составлено автором по материалам [84].
Рисунок 10 – Сравнение метрики R-squared для трех моделей

Данный этап анализа показал, что влияние выбросов на метрики точности незначительно. Так, при обучении на всех данных (включая выбросы) R^2 составил 0,690, а на данных без выбросов – 0,683, что говорит о минимальном снижении точности при их удалении. Метрики MAE, MSE и RMSE также показали небольшие изменения, что подтверждает устойчивость модели к выбросам.

Выводы по главе 3

В главе 3 детально описаны и проверены на прикладном примере этапы алгоритма индивидуальной оценки стоимости земельных участков производственного назначения, реализуемого с использованием комплекса статистических методов, в том числе методов машинного обучения, с учетом сформулированных в диссертации принципов 1) межкатегориального анализа и 2) поэтапного кумулятивного определения стоимости.

На основе анализа релевантных работ, использующих сравнимую методологию, выполнен этап регрессионного анализа массива данных рыночного предложения земельных участков Мурманской области по состоянию на 1 октября 2022 года. Ранжированы факторы формирования стоимости по статистической значимости, при этом локация, в частности – расположение на городской территории, признаны самой значимой независимой переменной. Далее разработана и применена модель машинного обучения на этом же массиве данных с использованием переменной, содержащей результаты региональной кластеризации рынка, полученной в результате реализации первого этапа алгоритма. Оценка метрик качества анализа, в частности, R-квадрат, показала, что эффективность моделирования повышалась с каждым этапом, а дополнительный анализ наглядно подтвердил устойчивость завершающего этапа алгоритма

к выбросам и высокому размаху количественных факторов, представленных в массиве.

Таким образом, результаты апробирования алгоритма позволяют рекомендовать на его основе единый комплексный метод индивидуальной стоимостной оценки статистическими инструментами корпоративных земельных участков производственного назначения. В соответствии с обоснованным алгоритмом разработан и апробирован авторский комплексный метод индивидуальной стоимостной оценки корпоративных земельных участков производственного назначения сравнительным подходом при помощи модели машинного обучения в совокупности с иерархически последовательно применяемыми модернизированными дискретной и регрессионной моделями на примере массива из 9 137 публичных рыночных предложений на продажу земельных участков Мурманской области, а также предложены научно-практические рекомендации по применению указанного комплексного метода. В совокупности представленные в исследовании решения формируют новый, практикоориентированный подход к индивидуальной оценке стоимости корпоративных земельных участков производственного назначения, опирающийся на системное применение статистических инструментов и алгоритмов машинного обучения.

Заключение

Стоимостная оценка корпоративных земельных участков производственного назначения – необходимый инструмент для решения многих задач в процессе экономико-правового оборота земельных активов промышленности: купли-продажи, внесения в уставной капитал, аренды, концессии, инвестиционных тендеров, изменения категории земель или видов разрешенного использования и др.

В диссертации рассмотрены особенности корпоративных земельных участков производственного назначения как объектов стоимостной оценки и показано, что рыночный сегмент таких участков в каждой локации в большинстве случаев представляет собой так называемый узкий рынок (характеризующийся, во-первых, дефицитом качественного предложения, а во-вторых – преобладанием интересов специализированного квалифицированного покупателя), что влечет за собой системные сложности сбора, обработки, анализа и оценки рыночной информации в рамках сравнительного подхода. В целях преодоления указанных сложностей в диссертации разработана система понятий и принципов применения концепции межкатегориального анализа при индивидуальной стоимостной оценке корпоративных земельных участков производственного назначения.

На основе указанных принципов рассмотрены недостатки и преимущества дискретных и регрессионных моделей массовой оценки земельных участков, а также разработан комплексный метод оценки, включающий трехэтапный алгоритм последовательного применения дискретного, регрессионного моделирования и модели машинного обучения. Таким образом, установленная цель и все поставленные задачи диссертации выполнены, при этом получены следующие результаты:

1) *теоретического характера:*

- впервые систематизированы и описаны особенности корпоративных земельных участков производственного назначения как объектов

индивидуальной стоимостной оценки активов статистическими методами, включая машинное обучение;

- с учетом выявленных особенностей впервые обоснованы необходимые базовые принципы разработки и применения статистических инструментов стоимостной оценки корпоративных земельных участков производственного назначения, включая машинное обучение;

- в целях обоснования алгоритма индивидуальной стоимостной оценки при помощи статистических инструментов, включая технологии машинного обучения, впервые классифицированы факторы формирования стоимости корпоративных земельных участков производственного назначения по признаку оптимизации фундаментальной значимости и информационной доступности;

2) *прикладного характера:*

- впервые обоснован алгоритм индивидуальной стоимостной оценки корпоративных земельных участков производственного назначения статистическими методами, включая машинное обучение;

- впервые разработан и апробирован комплексный метод индивидуальной стоимостной оценки корпоративных земельных участков производственного назначения с применением модели машинного обучения в совокупности с иерархически последовательно применяемыми модернизированными дискретной и регрессионной моделями.

Список сокращений и условных обозначений

В настоящей диссертации применяют следующие сокращения и обозначения:

ARIMA – авторегрессионное интегрированное скользящее среднее, метод для анализа временных рядов [177];

AVM – авторегрессионные модели оценки/Automated Valuation Models, осуществляют рыночную оценку с помощью математического моделирования [68];

CRD – метод корреляционной и регрессионной зависимости [170];

ESG – Environmental, social and governance; экологические и социальные аспекты, играющие роль в оценке [149];

GeoAI – геопространственный искусственный интеллект; разновидность ИИ, ориентированная на анализ пространственных данных [178];

GWR – географически взвешенная регрессионная модель [123], регрессия, адаптированная для обработки пространственной нестационарности;

LSTM – «Сети с длинной краткосрочной памятью» или Long short-term memory, вид рекуррентных нейронных сетей;

MADM – multi-attribute decision-making, метод качественной оценки [181];

MRA – множественный регрессионный анализ [169];

OLS/МНК – Ordinary Least Squares, метод наименьших квадратов. Классическая регрессионная модель [123];

SVM – метод опорных векторов [171];

VAR – векторная авторегрессия [177];

XGBoost – Extreme Gradient Boosting – техника машинного обучения для задач регрессии и классификации [171];

АЗС – автомобильная заправочная станция [47];

ВВП – валовой внутренний продукт, совокупная стоимость всех товаров и услуг региона [163];

ВРИ – виды разрешенного использования [47] в соответствии с правилами землепользования и застройки;

ГБУ – государственные бюджетные учреждения [46];

ГИС – геоинформационные системы, системы учета топографии местности и инфраструктуры территорий [23];

ГК РФ – Гражданский кодекс РФ [151];

ДППМ – дискретное пространственно-параметрическое моделирование [9];

ЕГРН – единый государственный реестр недвижимости [88];

ЗАТО – закрытое территориально-административное образование [155];

ЗК РФ – Земельный Кодекс РФ [154];

КРМ – корреляционно-регрессионный анализ [5];

ПЗЗ – правила землепользования и застройки [155], документ зонирования, устанавливающий градостроительные зоны;

СНиП – Строительные Нормы и Правила [156], нормативные акты, регламентирующие процесс строительства;

СТО – станция технического обслуживания автомобилей [47];

ФСО – Федеральный стандарт оценки [2].

Список литературы

1. Скатов, М.А. Эволюция института кадастровой и рыночной стоимости объектов недвижимости в России / М.А. Скатов // Финансовые рынки и банки. – 2022. – № 5. – С. 133-139. – ISSN 2658-3917.
2. Оценка недвижимости (ФСО 7) [Приказ Минэкономразвития России от 25.09.2014 № 611 (редакция от 14.04.2022)]. – Справочно-правовая система «Консультант Плюс». – Текст : электронный. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_160678/ (дата обращения: 04.11.2024).
3. Грибовский, С.В. Оценка недвижимости для налогообложения / С.В. Грибовский, Н.П. Баринов // Имущественные отношения в Российской Федерации. – 2006. – № 5 (56). – С. 96-106. – ISSN 2072-4098.
4. Баринов, Н.П. О распределении цен на рынках недвижимости и «смещенных» оценках рыночной стоимости / Н.П. Баринов, С.В. Грибовский // Имущественные отношения в Российской Федерации. – 2016. – № 6 (177). – С. 69-74. – ISSN 2072-4098.
5. Разработка методики определения уровня арендной платы за нежилые помещения в Санкт-Петербурге : отчет о НИР. – Санкт-Петербург : Администрация Санкт-Петербурга, Комитет по управлению городским имуществом (КУГИ), Городское управление инвентаризации и оценки недвижимости (ГУИОН), 1997. – 30 с. – ISBN отсутствует.
6. Стерник, Г.М. Методология сбора и обработки информации о рынке недвижимости : пособие для риэлторов / Г.М. Стерник, Н.Н. Ноздрина. – Москва : Российская гильдия риэлторов, 1997. – 96 с. – ISBN отсутствует.
7. Стерник, Г.М. Методические рекомендации по анализу рынка недвижимости / Г.М. Стерник. – Москва : Российская гильдия риэлторов, 1999. – 61 с. – ISBN отсутствует.
8. Стерник, Г. М. Концепция создания Федеральной информационно-аналитической системы рынка жилья : отчет о НИР /

Г.М. Стерник. – Москва : Государственный комитет Российской Федерации по строительству и жилищно-коммунальному комплексу (Госстрой России), 2001. – 80 с. – ISBN отсутствует.

9. Стерник, Г.М. Технология анализа рынка недвижимости / Г.М. Стерник. – Москва : АКСВЕЛЛ, 2005. – 204 с. – ISBN отсутствует.

10. Федотова, М.А. Разработка методики массовой оценки рыночной стоимости квартир для целей налогообложения : отчет о НИР / М.А. Федотова, С.В. Грибовский, Г.М. Стерник. – Москва : Министерство экономического развития и торговли Российской Федерации, 2004. – 86 с. – ISBN отсутствует.

11. Грибовский, С.В. Экономико-математические модели оценки недвижимости / С.В. Грибовский, М.А. Федотова, Г.М. Стерник, Д.Б. Житков // Финансы и кредит. – 2005. – № 3 (171). – С. 24-43. – ISSN 2071-4688.

12. Грибовский, С.В. Методология массовой оценки квартир для налогообложения / С.В. Грибовский, М.А. Федотова, Г.М. Стерник, Д.Б. Житков // Бюллетень финансовой информации. – 2005. – № 1 (116). – С. 14-29. – ISSN 2076-9504.

13. Стерник, С.Г. Применение числовых дискретных пространственно-параметрических моделей как дополнительная альтернатива регрессионно-корреляционному моделированию в индивидуальной оценке рыночным подходом / С.Г. Стерник // Методы оценки имущества, основанные на современных технологиях анализа статистических данных : материалы 2-й Поволжской научно-практической конференции. – Нижний Новгород, 2007. – С. 155-168. – ISBN отсутствует.

14. Стерник, С.Г. Развитие оценки недвижимости сравнительным подходом на основе методологии дискретного пространственно-параметрического анализа и моделирования рынка / С.Г. Стерник // Аудит и финансовый анализ. – 2009. – № 5. – С. 130-137. – ISSN 2618-9828.

15. Лапко, К.С. Развитие методов массовой оценки недвижимости для целей налогообложения / К.С. Лапко // Аудит и финансовый анализ. – 2010. – № 4. – С. 26-34. – ISSN 2618-9828.

16. Стерник, С.Г. Развитие системы статистических индексов в финансовом анализе инвестиций на рынке недвижимости / С.Г. Стерник // Финансы и кредит. – 2009. – № 40 (376). – С. 71-75. – ISSN 2071-4688.

17. Стерник, Г.М. Оценка ставок аренды коммерческой недвижимости на узких рынках / Г.М. Стерник, С.Г. Стерник // Вестник Финансового университета. – 2015. – № 5. – С. 73-79. – ISSN 2226-7867.

19. Грибовский, С.В. К вопросу о качестве кадастровой оценки объектов недвижимости для целей налогообложения / С.В. Грибовский // Имущественные отношения в Российской Федерации. – 2019. – № 9 (216). – С. 24-29. – ISSN 2072-4098.

20. Медведева, О.Е. Проблемы государственной кадастровой оценки земель и предложения по ее совершенствованию / О.Е. Медведева, В.М. Козлов, П.В. Козлов // Вопросы оценки. – 2010. – № 1. – С. 58-64. – ISSN 2224-0764.

21. Пылаева, А.В. Институциональные особенности налогообложения и кадастровой оценки недвижимости / А.В. Пылаева // Имущественные отношения в Российской Федерации. – 2014. – № 3 (150). – С. 83-90. – ISSN 2072-4098.

22. Пылаева, А.В. Основы кадастровой оценки недвижимости : учебное пособие для вузов / А. В. Пылаева : 3-е издание, исправленное и дополненное. – Москва : Юрайт, 2024. – 196 с. – ISBN 978-5-534-12820-8.

23. Организация оценки и налогообложения недвижимости : перевод с английского : в 2 томах. Том 2 ; под общей редакцией Д.К. Эккерта. – Москва : Российское общество оценщиков, 1997. – 442 с. – ISBN отсутствует.

24. Российская Федерация. Законы. О государственной регистрации прав на недвижимое имущество и сделок с ним. № 122-ФЗ от 21.07.1997 : федеральный закон [принят Государственной Думой 17.06.1997 года. Одобрен Советом Федерации 03.07.1997 года]. – Справочно-правовая система «Консультант Плюс». – Текст : электронный. – URL: <https://web.archive.org/web/20181222093003/http://base.garant.ru/11901341/> (дата обращения: 19.08.2024).

25. Российская Федерация. Законы. Об оценочной деятельности в Российской Федерации № 135-ФЗ (редакция от 14.02.2024) : федеральный закон [принят Государственной Думой 16.07.1998 года. Одобрен Советом Федерации 17.07.1998 года]. – Справочно-правовая система «Консультант Плюс». – Текст : электронный. – URL : https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_19586/ (дата обращения: 19.08.2024).

26. О государственной кадастровой оценке земель [Постановление Правительства Российской Федерации № 945 от 25.08.1999]. – Справочно-правовая система «Консультант Плюс». – Текст : электронный. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_24139/ (дата обращения: 19.08.2024).

27. Стандарт по массовой оценке стоимости недвижимого имущества / Международное общество налоговых оценщиков. – Текст : электронный. – URL: <https://www.iaao.org/media/standards/StandardOnMassAppraisal.pdf> (дата обращения: 19.08.2024).

28. Международные стандарты оценки / перевод с английского ; под редакцией И.Л. Артеменкова, С.А. Табаковой. – Москва : Саморегулируемая общероссийская общественная организация «Российское общество оценщиков», 2020. – 193 с. – ISBN отсутствует.

29. Нейман, Е.И. «Кадастровые страдания» или к вопросу о методологии и организации работ по определению базы налогообложения недвижимости / Ассоциация «Русское сообщество оценщиков» : сайт. – Текст : электронный. – URL: http://sroro.ru/press_center/news/1210935/ (дата обращения: 19.08.2024).

30. Российская Федерация. Законы. О кадастровой деятельности. № 221-ФЗ (редакция от 24.07.2023) : федеральный закон [принят Государственной Думой 04.07.2007 года. Одобрен Советом Федерации 11.07.2007 года]. – Справочно-правовая система «Консультант Плюс». – Текст : электронный. – URL : https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_70088/ (дата обращения: 19.08.2024).

31. Об утверждении стандартов оценки [Постановление Правительства Российской Федерации № 519 от 06.07.2001 (редакция от 14.12.2006) (не действует)]. – Справочно-правовая система «Консультант Плюс». – Текст : электронный. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_32407/3584c525479e5d7c8db8cbb947be0c181a22acca/ (дата обращения: 19.08.2024).

32. Об утверждении федерального стандарта оценки «Общие понятия оценки, подходы к оценке и требования к проведению оценки (ФСО № 1)» (не действует) [Приказ Минэкономразвития России № 256 от 20.07.2007] – Справочно-правовая система «Консультант Плюс». – Текст : электронный. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_180064/cb825704b9ed4d9241337d2a9184055c47c06864/ (дата обращения: 19.08.2024).

33. Об утверждении федерального стандарта оценки «Цель оценки и виды стоимости (ФСО № 2)» (не действует) [Приказ Минэкономразвития России № 255 от 20.07.2007]. – Справочно-правовая система «Гарант». – Текст : электронный. – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/91704/> (дата обращения: 19.08.2024).

34. Об утверждении федерального стандарта оценки. Требования к отчету об оценке (ФСО № 3)» (не действует) [Приказ Минэкономразвития России № 254 от 20.07.2007]. – Справочно-правовая система «Консультант Плюс». – Текст : электронный. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_70571/f3af183ffa579a3bf87b157e16b7535a954d954a/ (дата обращения: 19.08.2024).

35. Об утверждении Федерального стандарта оценки «Определение кадастровой стоимости (ФСО № 4)» (не действует) [Приказ Минэкономразвития России № 508 от 22.10.2010]. – Справочно-правовая система «Гарант». – Текст : электронный. – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71005400/> (дата обращения: 19.08.2024).

36. Об утверждении Федерального стандарта оценки «Общие понятия оценки, подходы и требования к проведению оценки (ФСО № 1) (не действует) [Приказ Минэкономразвития России № 297 от 20.05.2015].

– Справочно-правовая система «Гарант». – Текст : электронный. – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70934730/> (дата обращения: 19.08.2024).

37. Об утверждении Федерального стандарта оценки «Цель оценки и виды стоимости (ФСО № 2)» (не действует) [Приказ Минэкономразвития России № 298 от 20.05.2015]. – Справочно-правовая система «Гарант». – Текст : электронный. – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70934722/> (дата обращения: 19.08.2024).

38. Об утверждении Федерального стандарта оценки. Требования к отчету об оценке (ФСО № 3) (не действует) [Приказ Минэкономразвития России № 299 от 20.05.2015]. – Справочно-правовая система «Гарант». – Текст : электронный. – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70934698/> (дата обращения: 19.08.2024).

39. Об утверждении Федерального стандарта оценки. Оценка для целей залога недвижимости (ФСО № 9) [Минэкономразвития России № 327 от 14.04.2022]. – Справочно-правовая система «Консультант Плюс». – Текст : электронный. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_180652/ (дата обращения: 19.08.2024).

40. Об утверждении Федерального стандарта оценки «Определение ликвидационной стоимости (ФСО № 12)» (не действует) [Приказ Минэкономразвития России № 721 от 17.11.2016]. – Справочно-правовая система «Консультант Плюс». – Текст : электронный. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_207684/ (дата обращения: 19.08.2024).

41. Об утверждении Федерального стандарта оценки «Определение инвестиционной стоимости (ФСО № 13)» (не действует) [Приказ Минэкономразвития России № 722 от 17.11.2016]. – Справочно-правовая система «Консультант Плюс». – Текст : электронный. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_207685/ (дата обращения: 19.08.2024).

42. Об утверждении федеральных стандартов оценки и признании утратившими силу некоторых приказов Минэкономразвития России по вопросам оценочной деятельности [Приказ Минэкономразвития России № 200 от 14.04.2022]. – Справочно-правовая система «Консультант Плюс». – Текст : электронный. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_407784/ (дата обращения: 19.08.2024).

43. Об утверждении методических рекомендаций по определению рыночной стоимости земельных участков [Распоряжение Минимущества России № 568-р от 06.03.2002 (редакция от 31.07.2002)]. – Справочно-правовая система «Консультант Плюс». – Текст : электронный. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_36189/ (дата обращения: 19.08.2024).

44. Об утверждении Методических рекомендаций по определению рыночной стоимости права аренды земельных участков [Распоряжение Минимущества России № 1102-р от 10.04.2003]. – Справочно-правовая система «Консультант Плюс». – Текст : электронный. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_43215/ (дата обращения: 19.08.2024).

45. Об утверждении Методики государственной кадастровой оценки земель промышленности и иного специального назначения [Приказ Росземкадастра № П/49 от 20.03.2003]. – Росреестр : сайт. – Текст : электронный. – DOI отсутствует. – URL: https://rosreestr.tatarstan.ru/file/Prikaz_FSZK_N_49_20_03_2003.rtf (дата обращения: 19.08.2024).

46. Российская Федерация. Законы. О государственной кадастровой оценке : федеральный закон № 237-ФЗ [принят Государственной Думой 22.06.2016 года, одобрен Советом Федерации 29.06.2016]. – Справочно-правовая система «Консультант Плюс» – Текст : электронный. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_200504/ (дата обращения: 03.03.2024).

47. Об утверждении методических указаний о государственной кадастровой оценке (не действует) [Приказ Минэкономразвития России № 226

от 12.05.2017 (редакция от 09.09.2019)]. – Справочно-правовая система «Консультант Плюс». – Текст : электронный. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_217405/ (дата обращения: 19.08.2024).

48. Об утверждении Методических указаний о государственной кадастровой оценке [Приказ Росреестра № П/0336 от 04.08.2021]. – Справочно-правовая система «Консультант Плюс». – Текст : электронный. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_403900/ (дата обращения: 19.08.2024).

49. Cord, Mс. Nationwide Mass Appraisal Modeling in China: Feasibility Analysis for Scalability Given Ad Valorem Property Tax Reform // Mс. Cord, P. Bidanset – Москва : 2020. – Текст : электронный. – URL: https://pure.ulster.ac.uk/ws/files/78484911/Lincoln_Institute_report.pdf (дата обращения: 19.08.2024). 50. Appraisal Foundation. Uniform standards of professional appraisal practice (USPAP). – Washington, D.C., 2016-2017. – Текст : электронный. – URL: <https://www.appraisaltests.com/wp-content/uploads/2016/10/2016-17-eUSPAPFinal-bookmarks-retail.pdf> (дата обращения: 19.08.2024).

51. Abidoeye, R.B. Modeling property values in Nigeria using artificial neural network / R.B. Abidoeye, A.P.C. Chan // Journal of Property Research. – 2014. – № 3. – С. 15-23. – ISSN 0959-9916.

52. Bidanset, P.E. Evaluating spatial model accuracy in mass real estate appraisal: A comparison of Geographically weighted regression and the spatial lag model / P.E. Bidanset // Spatial Analysis and Methods. – 2014. – № 16 (3). – P. 169-181. – ISSN отсутствует.

53. Bidanset, P.E. Accurately accounting of AVM land values / P.E. Bidanset // Paper presented at IAAO International Conference on Assessment Administration, August 28-31. – 2016, Tampa, Florida. – Текст : электронный. – URL: <https://iaao.org/media/meetings/AnnualConference16/AttendeeBrochure2016.pdf> (дата обращения: 19.08.2024).

54. Иваненко, Д.И. Аспекты кадастровой оценки недвижимости: институциональный опыт зарубежных стран / Д.И. Иваненко

// Имущественные отношения в Российской Федерации. – № 1 (148). – 2014. – С. 16-28. – ISSN 2072-4098.

55. Медведева, О.В. Налогообложение недвижимости в Швеции / О.В. Медведева // Финансовая газета. Региональный выпуск. – 2010. – № 16. – Текст : электронный. – URL: <https://base.garant.ru/5858575/> (дата обращения: 19.08.2024).

56. Чирков, В.И. Концептуальные основы массовой оценки с целью определения налоговой базы недвижимости / В.И. Чирков. – Минск : Белорусский государственный университет транспорта, 2010. – С. 318-326. – ISSN отсутствует. – Текст : электронный. – DOI отсутствует. – URL: <http://elib.bsut.by/handle/123456789/2267?show=full> (дата обращения: 19.08.2024).

57. Медведева, О.В. Налогообложение недвижимого имущества в зарубежных странах / О.В. Медведева, И.В. Горский, Т.Г. Лебединская. – Москва : Магистр, ИНФРА. – 2010. – 176 с. – ISBN 978-5-9776-0158-0.

58. Райнхольд, В. Государственная кадастровая (массовая) оценка для целей налогообложения – российский и зарубежный опыт / В. Райнхольд // Экономические стратегии. – 2008. – № 2. – С. 124-131. – ISSN 1680-094X.

59. Пылаева, А.В. Зарубежный опыт кадастровой оценки объектов недвижимости / А.В. Пылаева, О.В. Кольченко // Имущественные отношения в Российской Федерации. – 2023. – № 1 (256). – С. 12-20. – ISSN 2072-4098.

60. Гуреева, О.В. Влияние цифровой экономики на оценку кадастровой деятельности / О.В. Гуреева // Управление финансовыми рисками в цифровой экономике : коллективная монография. – Саратов : Саратовский социально-экономический институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова», 2018. – С. 96-101. – ISBN 978-5-4345-0488-1.

61. Быкова, Е.Н. Некоторые аспекты массовой оценки земель населенных пунктов: проблемы и пути решения / Е.Н. Быкова,

К.Э. Сеньковская, Я. Доценко // Успехи современной науки и образования. – 2017. – № 2. Том 8. – С. 208-211. – ISSN 2412-9631.

62. Калинина, Н. Массовая оценка недвижимости / Н. Калинина, Ю. Кочетков, В. Овсянников // Портал магистров ДНТУ : сайт. – Текст : электронный. – URL: <https://masters.donntu.ru/2013/igg/motorna/library/article2.htm> (дата обращения: 19.08.2024).

63. Волович, Н.В. Вопросы оспаривания результатов определения кадастровой стоимости объектов недвижимости. Часть 1. Методология / Н.В. Волович, Д.В. Ковалев // Имущественные отношения в Российской Федерации. – 2021. – № 2. – С 53-64. – ISSN 2072-4098. – Текст : электронный. – DOI 10.24411/2072-4098-2021-10203. – URL: <http://elib.fa.ru/art2021/bv3239.pdf> (дата обращения: 19.08.2024).

64. Теория и практика массовой оценки недвижимости на примере города Санкт-Петербурга. Теоретические аспекты / С.В. Грибовский, Д.Н. Табала, В.С. Мурашов, О.Н. Громкова // Имущественные отношения в Российской Федерации. – 2005. – № 7 (46). – С. 72-95. – ISSN 2072-4098.

65. Лейфер, Л.А. Массовая и индивидуальная оценка. Точность методов и цена ошибок / Л.А. Лейфер // Вопросы оценки. – 2011. – № 1. – С. 30-39. – ISSN 2224-0764.

66. Беляева, А.В. Массовая оценка стоимости объектов недвижимости для целей налогообложения. Требования и ограничения / А.В. Беляева // Прикладная математика и вопросы управления. – 2015. – № 2. – С. 77-88. – ISSN 2499-9873.

67. Пылаева, А.В. Модели и методы кадастровой оценки недвижимости : учебник / А.В. Пылаева // Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород : Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, 2015. – 175 с. – ISBN отсутствует.

68. Стандарт по авторегрессионным оценочным моделям / Международное общество налоговых оценщиков. – Текст : электронный. – URL: https://www.iaao.org/media/standards/Standard_on_Automated_Valuati

on_Models.pdf (дата обращения: 19.08.2024).

69. Стандарт по оценке собственности физических лиц / Международное общество налоговых оценщиков. – Текст : электронный. – URL: <https://www.iaao.org/media/standards/StandardValuationPersonalProperty.pdf> (дата обращения: 19.08.2024).

70. Стандарт проверки подборки продаж. / Международное общество налоговых оценщиков. – Текст : электронный. – URL: https://www.iaao.org/media/standards/Standard_on_Verification_Adjustment_of_Sales.pdf (дата обращения: 19.08.2024).

71. Стандарт по профессиональному развитию / Международное общество налоговых оценщиков. – Текст : электронный. – URL: https://www.iaao.org/media/standards/Standard_on_Professional_Development.pdf (дата обращения: 19.08.2024).

72. Gloudemans, R.J. Mass Appraisal of Real Property / R.J. Gloudemans // Chicago : International Association of Assessing Officers (IAAO), 1999. – 716 с. – ISBN отсутствует.

73. Gloudemans, R.J. Fundamentals of Mass Appraisal / R.J. Gloudemans, R.R. Almy. – Kansas City : IAAO, 2011. – 392с. – ISBN отсутствует.

74. Marshall & Swift Valuation Service. A Complete Guide to Commercial Building Costs. – 2017. – Текст : электронный. – URL: <http://www.corelogic.com/products/marshall-swift-valuation-service.aspx> (дата обращения: 19.08.2024).

75. Means, R.S. Means Standards / R.S. Means. – 2017. – Текст : электронный. – DOI отсутствует. – URL: <https://www.rsmeans.com/products/reference-books/methodologies-standards.aspx> (дата обращения: 19.08.2024). – ISSN отсутствует.

76. Waller, B.D. The impact of AVMs on the appraisal industry / B.D. Waller // The Appraisal Journal. – 1999. – № 3. Том 67. – С. 287-292. – ISSN отсутствует.

77. Ward, R.D. A comparison of feedback and multivariate nonlinear regression analysis in computer-assisted mass appraisal / R.D. Ward, L.C. Steiner // *Property Tax Journal*. – 1988. – № 1. Том 7. – P. 43-47. – ISSN отсутствует.

78. International Property Measurement Standards Coalition / IPMSC Standards : сайт. – Текст : электронный. – DOI отсутствует. – URL: <https://ipmsc.org/standards/> (дата обращения: 19.08.2024).

79. Jensen, D.L. The Use of Cross-Validation in CAMA Modeling to Get the Most out of Sales / D.L. Jensen // *Journal of Property Tax & Assessment Administration*. – 2011. – № 3. Issue 8. – P. 19-40. – ISSN отсутствует.

80. Sunderman, M.A. Valuation of land using regression analysis / M.A. Sunderman, J.W. Birch // *Real Estate Valuation Theory*. – 2002. – P. 325-339. – ISSN отсутствует.

81. Беляева, А.В. Построение моделей массовой оценки объектов недвижимости с учетом пространственной зависимости / А.В. Беляева, Е.А. Гребенюк // *Проблемы управления*. – 2014. – № 1. – С. 45-52. – ISSN 1819-3161.

82. Стерник, С.Г. Массовая оценка недвижимости для целей налогообложения: проблемы и пути их решения / С.Г. Стерник, Г.М. Стерник, К.С. Лапко // *Финансовая аналитика: проблемы и решения*. – 2010. – № 12 (36). – С. 2-12. – ISSN 2073-4484.

83. Стерник, С.Г. Методология дискретного пространственно-параметрического моделирования рынков недвижимости / С.Г. Стерник // *Прикладная математика и вопросы управления*. – 2020. – № 4. – С. 155-185. – ISSN 2499-9873.

84. Азаров, Д.В. Разработка и апробация целевой дискретно-регрессионной модели массовой оценки рыночной стоимости земельных участков на узких рынках / С.Г. Стерник, Д.В. Азаров // *Имущественные отношения в Российской Федерации*. – 2023. – № 7 (262). – С. 32-44. – ISSN 2072-4098.

85. Гаврилов, А.П. Использование пространственных данных для построения ценовой поверхности Нижегородской области / А.П. Гаврилов,

А.В. Пылаева // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. – 2013. – № 5 (101). – С. 52-60. – ISSN 2074-7977.

86. Пылаева, А.В. Развитие кадастровой оценки недвижимости : монография / А.В. Пылаева. – Нижний Новгород : Нижегородский филиал РАНХиГС, 2012. – 136 с. – 1000 экз. – ISBN 978-5-85152-967-2.

87. Пылаева, А.В. Об оспаривании результатов определения кадастровой стоимости / А.В. Пылаева // Налоговая политика и практика. – 2013. – № 1 (121). – С. 32-33. – ISSN 2071-5250.

88. 5 нарушений правил кадастровой оценки: допускают ГБУ, а оплачивают владельцы недвижимости / СПО «Союз» : сайт. – Текст : электронный. – DOI отсутствует. – URL: <https://www.srosoyz.ru/01.01.02.01/1047> (дата обращения: 19.08.2024).

89. Кадастровая оценка – 2023: что делать собственникам? / Закон : сайт. – Текст : электронный. – DOI отсутствует. – URL: https://zakon.ru/blog/2023/03/22/kadastrovaya_ocenka__2023_chno_delat_sobstvennikam (дата обращения: 19.08.2024).

90. Якупова, Н.М. Проблемы оценки кадастровой стоимости земельных участков / Н.М. Якупова, Л.И. Галимова // Фундаментальные исследования. – 2016. – № 7-2. – С. 417-422. – ISSN 1812-7339.

91. Скатов, М.А. Кадастровая стоимость равна рыночной? / М.А. Скатов // Инновации. Наука. Образование. – 2021. – № 30. – С. 34-49. – ISSN 2687-1068.

92. Волович, Н.В. Проблемы оценки застроенных земельных участков промышленных предприятий / Н.В. Волович // Имущественные отношения в Российской Федерации. – 2004. – № 3 (30). – С. 60-65. – ISSN 2072-4098.

93. Коростелев, С.П. Кадастровая оценка. Итоги / С.П. Коростелев // Портал «Оценщик.ру» : сайт. – Текст : электронный. – DOI отсутствует. – URL: <http://www.ocenchik.ru/site/kadas/kadastr-ocenka-itogi.pdf> (дата обращения: 19.08.2024).

94. Грибовский, С.В. О принципах и проблемах оценки недвижимости для целей налогообложения / С.В. Грибовский // Имущественные отношения в Российской Федерации. – 2012. – № 2 (125). – С. 54-63. – ISSN 2072-4098.

95. Российская Федерация. Законы. Земельный кодекс Российской Федерации : федеральный закон [принят Государственной Думой 8 ноября 2006 года, № 136-ФЗ (в редакции от 14.02.2024) (с изменениями и дополнениями, вступающими в силу с 01.03.2024) Статья 88. Земли промышленности]. – Справочно-правовая система Консультант Плюс». – Текст : электронный – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_33773/f44db008ca1cdc2e02c249d14495a6432902cfb0/ (дата обращения: 02.08.2024).

96. Сведения о наличии и распределении земель в Российской Федерации / Росреестр : сайт. – Текст : электронный. – DOI отсутствует. – URL: <https://rosreestr.gov.ru/site/activity/sostoyame-zemerrossii/gosudarstvennyu-natsionalnyu-doklad-o-sostoyanii-i-ispolzovanii-zemel-vrossiyskoy-federatsii/> (дата обращения: 11.01.2024).

97. Дурнев, В.Н. Особенности категории земель производственного и иного специального назначения / В.Н. Дурнев // Цифровизация в глобальном научном пространстве : сборник статей по итогам Международной научно-практической конференции. – Стерлитамак : Общество с ограниченной ответственностью «Агентство международных исследований», 2024. – С. 145-148. – ISBN 978-5-907808-23-2.

98. Постановление Федерального арбитражного суда Московского округа № КА-А41/7812-05 от 22.08.2005. – Справочно-правовая система «Гарант». – Текст : электронный. – URL: <https://base.garant.ru/5190451/> (дата обращения: 11.01.2025).

99. Селиванов, В.В. Нецелевое использование промышленных земель / В.В. Селиванов, Е.В. Попловец // Инновационные тенденции развития российской науки : материалы XV Международной научно-практической конференции молодых ученых. – Красноярск : Красноярский

государственный аграрный университет, 2022. – С. 500-502. – ISBN отсутствует.

100. Старова, Е.В. Правовой режим земель промышленности и правовой режим производственной зоны из состава земель населенных пунктов / Е.В. Старова // Право и политика. – 2009. – № 6. – С. 1264-1270. – ISSN 1811-9018.

101. Боев, А.Г. К вопросу о содержании и дифференциации понятий промышленный комплекс, кластер и индустриальный парк / А.Г. Боев // Организатор производства. – 2020. – № 2. Том 28. – С. 7-17. – ISSN 1810-4894.

102. Российская Федерация. Законы. Земельный кодекс Российской Федерации : федеральный закон. Статья 87. Состав земель промышленности, энергетики, транспорта, связи, радиовещания, телевидения, информатики, земель для обеспечения космической деятельности, земель обороны, безопасности и земель иного специального назначения [принят Государственной Думой 28 сентября 2001 года, одобрен Советом Федерации 10 октября 2001 года] (с изменениями и дополнениями, вступил в силу с 15.08.2023 года). Ст. 107. – Справочно-правовая система «Консультант Плюс». – Текст : электронный. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_33773/5052d5fb174372ddfc7115e65598edbae5c16761/ (дата обращения: 03.03.2024).

103. Российская Федерация. Законы. Градостроительный Кодекс Российской Федерации: федеральный закон. Статья 2. Основные принципы законодательства о градостроительной деятельности [принят Государственной Думой 22 декабря 2004 года, одобрен Советом Федерации 24 декабря 2004 года]. – Справочно-правовая система «Консультант Плюс». – Текст : электронный. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_51040/13379792896b38e59ec4b5832f1b7ce8338a1d00/ (дата обращения: 03.03.2024).

104. Российская Федерация. Законы. О переводе земель или земельных участков из одной категории в другую : федеральный закон № 172-ФЗ [принят Государственной Думой 3 декабря 2004 года, одобрен Советом Федерации 8 декабря 2004 года]. – Справочно-правовая система «Консультант Плюс» – Текст : электронный. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_50874/ (дата обращения: 03.03.2024).

105. О проведении рекультивации и консервации земель» (вместе с «Правилами проведения рекультивации и консервации земель [Постановление Правительства Российской Федерации № 800 от 10.07.2018 года (редакция от 07.03.2019)]. – Справочно-правовая система «Консультант Плюс» – Текст : электронный. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_302235/(дата обращения: 03.03.2024).

106. Российская Федерация. Законы. Градостроительный Кодекс Российской Федерации : федеральный закон. Статья 24. Подготовка и утверждение генерального плана поселения, генерального плана муниципального округа, генерального плана городского округа [принят Государственной Думой 22 декабря 2004 года, одобрен Советом Федерации 24 декабря 2004 года]. – Справочно-правовая система «Консультант Плюс». – Текст : электронный. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_51040/cd8b3e3b3409ed7a8f3d4f891b67c4d302c1b6b5/ (дата обращения: 03.03.2024).

107. Российская Федерация. Законы. Градостроительный Кодекс Российской Федерации: федеральный закон. Статья 33. Порядок внесения изменений в правила землепользования и застройки [принят Государственной Думой 22 декабря 2004 года, одобрен Советом Федерации 24 декабря 2004 года]. – Справочно-правовая система «Консультант Плюс». – Текст : электронный. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_51040/c1c2bfc679fb74ed4c4da6be176c8d5a7da42c49/ (дата обращения: 03.03.2024).

108. Российская Федерация. Законы. Градостроительный Кодекс Российской Федерации: федеральный закон. Статья 41. Назначение, виды документации по планировке территории [принят Государственной Думой

22 декабря 2004 года, одобрен Советом Федерации 24 декабря 2004 года]. – Справочно-правовая система «Консультант Плюс». – Текст : электронный. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_51040/2a679030b1fbdead6215f4726b6f38c0f46b807/ (дата обращения: 03.03.2024).

109. Воеводская, О.В. Правовые основы использования промышленных земель в городских агломерациях Российской Федерации / О.В. Воеводская, П.Д. Воеводская // Теоретические и прикладные проблемы ландшафтной географии. VII Мильковские чтения : материалы XIV Международной ландшафтной конференции : в 2-х томах. Том 2 ; ответственные редакторы А.С. Горбунов [и др.]. – Воронеж : Воронежский государственный университет, 2023. – С. 85-86. – DOI 10.17308/978-5-9273-3693-7-2023-85-86. – ISBN 978-5-9273-3693-7.

110. Стерник, С.Г. Особенности оценки стоимости корпоративного земельного участка / С.Г. Стерник, Г.В. Телешев, М.А. Скатов // Российский экономический интернет-журнал. – 2024. – № 1. – С. 1-16. – Текст : электронный. – DOI отсутствует. – URL: <https://www.e-rej.ru/upload/iblock/eea/lib647s2kwixdqdy92gizmwkxa6hb7o.pdf> (дата обращения: 20.02.2024).

111. Яскевич, Е.Е. Подходы к концепции стоимости земельных участков / Е.Е. Яскевич // Имущественные отношения в Российской Федерации. – 2006. – № 3 (54). – С. 75-89. – ISSN 2072-4098

112. Юсова, Ю.С. Особенности определения стоимости земельного участка для обжалования результатов кадастровой оценки / Ю.С. Юсова, Т.А. Филиппова, Т.В. Ноженко, С.А. Федотенко // Электронный научно-методический журнал Омского ГАУ. – 2020. – № 1 (20). – С. 1-19. – ISSN 2413-4066.

113. Филимонова, Л.А. Вариантно-сценарный подход к обоснованию рыночной стоимости земельного участка / Л.А. Филимонова, Е.Н. Юзе, Е.Г. Матыс, С.А. Печкин // Журнал прикладных исследований. – 2022. – № 6. – С. 786-793. – DOI 10.47576/2712-7516_2022_6_9_786. – ISSN 2949-1878.

114. Татаренко, В.И. Использование метода остатка при оценке рыночной стоимости земельных участков объектов промышленности и транспорта, входящих в состав комплекса опасного производственного объекта для оспаривания результатов определения кадастровой стоимости / В.И. Татаренко, А.В. Гордеев // Вестник СГУГиТ (Сибирского государственного университета геосистем и технологий). – 2016. – № 2 (34). – С. 111-118. – ISSN 2411-1759.

115. Свительская, М.А. Программное обеспечение методики определения стоимости земельных участков категории земель производственного и иного назначения с видом разрешенного использования для добычи полезных ископаемых «АвтоЗУМ» / М.А. Свительская, М.Ю. Свительский // Актуальные проблемы геодезии, кадастра, рационального земле- и природопользования : материалы Международной научно-практической конференции / ответственный редактор А.М. Олейник : в 2 томах. Том 2. – Тюмень : Тюменский индустриальный университет, 2018. – С. 117-121. – ISBN 978-5-9961-1721-5.

116. Подковырова, М.А. Определение рыночной стоимости земельных участков с различным целевым назначением в целях заключения договора аренды / М.А. Подковырова // Московский экономический журнал. – 2020. – № 5. – С. 11-27. – DOI 10.24411/2413-046X-2020-10281. – ISSN 2413-046X.

117. Паланский, А.В. Проблемы кадастровой оценки земельных участков под промышленными предприятиями / А.В. Паланский, Е.Ф. Козлова // Тенденции развития науки и образования. – 2019. – № 46-5. – С. 7-10. – DOI 10.18411/lj-01-2019-92. – ISSN отсутствует.

118. Манукян, М.М. Оценка земельных участков производственного назначения в современных условиях / М.М. Манукян // Журнал Студенческий. – 2018. – № 19-2 (39). – С. 33-35. – ISSN 2541-9412.

119. Кошко, А.А. Пример расчета экономического эффекта земель промышленности и иного специального назначения, занятых техногенными месторождениями / А.А. Кошко // Молодой ученый. – 2014. – № 10 (69). – С. 249-250. – ISSN 2072-0297.

120. Затолокина, Н.М. Оценка стоимости земельного участка производственного назначения / Н.М. Затолокина, Е.Г. Паршина // Вектор ГеоНаук. – 2023. – № 3. Том 6. – С. 12-16. – DOI 10.24412/2619-0761-2023-3-12-16. – ISSN 2619-0761.

121. Демидова, П.М. Моделирование кадастровой стоимости земельных участков производственного назначения Санкт-Петербурга / П.М. Демидова, О.А. Хрусталева // Актуальные проблемы геодезии, кадастра, рационального земле- и природопользования : материалы II Международной научно-практической конференции / под редакцией А.М. Олейника, М.А. Подковыровой : в 2 томах. Том 1. – Тюмень : Тюменский индустриальный университет, 2019. – С. 92-96. – ISBN 978-5-9961-2011-6.

122. Гудзь, А.Р. Применение экономико-математических методов при оценке рыночной стоимости земельных участков / А.Р. Гудзь, А.Н. Сотников // Форум молодых ученых. – 2019. – № 2 (30). – С. 564-566. – ISSN 2500-4050.

123. Yang, Zh. Driving Factors of the Industrial Land Transfer Price Based on a Geographically Weighted Regression Model: Evidence from a Rural Land System Reform Pilot in China / Zh. Yang, Ch. Li, Y. Fang // Land. – 2020. – № 9 (1). Volume 7. – P. 1-21. – Текст : электронный. – DOI 10.3390/land9010007. – URL: <https://www.mdpi.com/2073-445X/9/1/7> (дата обращения: 24.09.2024).

124. Silva, F.B. Estimating Demand for Industrial and Commercial Land Use Given Economic Forecasts / F.B. Silva, E. Koomen, V. Diogo [et al.] // Plos one. – Issue 3. Volume 9. – P. 1-14. – Текст : электронный. – DOI 10.1371/journal.pone.0091991. – URL: <https://journals.plos.org/plosone/article/file?id=10.1371/journal.pone.0091991&type=printable> (дата обращения: 24.09.2024).

125. Razali, N.S. Factors Affecting Industrial Property Value = Факторы, влияющие на стоимость промышленной собственности / N.S. Razali, N.I. Menan, S.V. Teng [et al.] // International journal of scientific & technology research. – 2020. – Issue 1. Volume 9. – P. 212-217. – ISSN 2277-8616.

126. Putintseva, N.Yu. Assessment Of The Value Of Land Sites Under Oil-And-Gas Production Facilities / N.Yu. Putintseva, A.S. Yarmolenko // The European

Proceedings of Social & Behavioural Sciences EpSBS. – 2019. – P. 431-439. – DOI 10.15405/epsbs.2019.12.05.52. – ISSN 2357-1330.

127. Pavlova, V.A. The mathematical modelling of the land resources mass evaluation in agriculture / V.A. Pavlova, M.A. Sulin, O.Y. Lepikhina // Journal of Physics: Conference Series : International Conference «Information Technologies in Business and Industry» - 2 - Mathematical Simulation and Computer Data Analysis, Novosibirsk, 13-15 февраля 2019 года. – Issue 3. Volume 1333. – Novosibirsk : Institute of Physics Publishing, 2019. – pp. 032-049. – DOI 10.1088/1742-6596/1333/3/032049.

128. Panfilov, I. Cluster analysis for modeling the cost of industrial land objects in Krasnoyarsk region / I. Panfilov, Y.A. Alekseeva, A.A. Shiryayeva [et al.] // Journal of Physics Conference Series. – 2020. – Vol. 1679 (5). – pp. 052071. – Текст : электронный. – DOI 10.1088/1742-6596/1679/5/052071. – URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1679/5/052071> (дата обращения: 24.09.2024)

129. Golikova, U.A. Development of methods of assessing the land market value / U.A. Golikova, S.P. Voronova, S.V.Kolankov // Materials Science Forum. – 2018. – Volume 931. – P. 1137-1141. – Текст : электронный. – DOI 10.4028/www.scientific.net/MSF.931.1137. – URL: <https://www.scientific.net/MSF.931.1137> (дата обращения: 24.09.2024)

130. Российская Федерация. Законы. О государственном кадастре недвижимости : федеральный закон [принят Государственной Думой 4 июля 2007 года, одобрен Советом Федерации 11 июля 2007 года]. – Справочно-правовая система «Консультант Плюс». – Текст : электронный. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_70088/ (дата обращения: 03.03.2024)

131. Клокова, Т.С. Государственная Кадастровая оценка земель промышленности в системе управления земельными ресурсами МО / Т.С. Клокова // Наука, технологии, образование: актуальные вопросы, достижения и инновации: сборник статей III Международной

научно-практической конференции. – Пенза : Наука и Просвещение (ИП Гуляев Г.Ю.), 2024. – С. 30-33. – ISBN 978-5-00236-209-7.

132. Kahr, J. Real Estate Market Valuation and Analysis / J. Kahr, M.C. Thomsett. – Hoboken, NJ : John Wiley & Sons, 2006. – 272 p. – ISBN отсутствует.

133. Bandyopadhyay, S.A. Dynamic Model of Cross-Category Competition: Theory, Tests and Applications / S. Bandyopadhyay // Journal of Retailing. – 2009. – Issue 4. Volume 85. – P. 468-479. – ISSN 0022-4359. – DOI 10.1016/j.jretai.2009.05.001.

134. Leeflang, P.S.H. Cross-category demand effects of price promotions / P.S.H. Leeflang, J. Parreño-Selva // Journal of the Academy of Marketing Science. – 2012. – Volume 40. – P. 572-586. – DOI 10.1007/s11747-010-0244-z.

135. Qi, J. Decoupling Relationship between Industrial Land Expansion and Economic Development in China / J. Qi, M. Hu, B. Han, J. Zheng, H. Wang // Land. – 2022. – Volume 11. – P. 1209. – DOI 10.3390/land11081209.

136. Milgrom, P. The Economics of Modern Manufacturing: Technology, Strategy, and Organization / P. Milgrom, J. Roberts // American Economic Review. – 1990. – Volume 80. – pp. 511-528 – ISSN 0002-8282.

137. Chen, M. Land finance, infrastructure investment and housing prices in China / M. Chen, T. Chen // PLoS ONE. – 2023. – № 10. Volume 18. – P. 0292259. – DOI 10.1371/journal.pone.0292259.

138. Yang, H.J. Measuring the Externality Effects of Commercial Land Use on Residential Land Value: A Case Study of Seoul / H.J. Yang, J. Song, M.J. Choi // Sustainability. – 2016. – Volume 8. – P. 432. – DOI 10.3390/su8050432.

139. Eichholtz, P. Real estate portfolio diversification by property type and region / P. Eichholtz, M. Hoesli, B. MacGregor, N. Nanthakumaran // Journal of Property Finance. – 1995. – Volume 6. – P. 39-59. – DOI 10.1108/09588689510101676.

140. Zhang, Y. Real Estate Portfolio Diversification by Sectors Using a RAL Approach / Y. Zhang, W. Prombutr, J. Hansz // Journal of Real Estate Portfolio Management. – 2024. – P. 1-16. – DOI 10.1080/10835547.2024.2313401.

141. Awa, K. Combination Of Property Type And Economic Specialization Diversification Strategies In Real Estate Investment Portfolios In Nigeria / K. Awa, N. Chicheta, C. Okeahialam // International Journal of Research. – 2020. – № 5. Volume 7. – P. 140-149. – ISSN 2348-6848.

142. Ciuna, M.A Mass Appraisal Model Based on Market Segment Parameters / M. Ciuna, L. Milazzo, F. Salvo // Buildings. – 2017. – № 2. Volume 7. – 34 p. – DOI 10.3390/buildings7020034.

143. Taylor, L.O. The Hedonic Method / L.O. Taylor, P.A. Champ, K.J. Boyle, T.C. Brown // A Primer on Nonmarket Valuation. The Economics of Non-Market Goods and Resources. – Dordrecht: Springer, 2003. – Volume 3. – P. 331-393. – DOI 10.1007/978-94-007-0826-6_10.

144. Bartik, T.J. Measuring the benefits of amenity improvements in Hedonic P / T.J. Bartik // Land Economics. – 1988. – Volume 64. – № 2. – 172 p.

145. Leggett, C.G. Evidence of the effects of water quality on residential land prices / C.G. Leggett, N.E. Bockstael // Journal of Environmental Economics and Management. – 2000. – Volume 39. – № 2. – P. 121-144 – ISSN 0095-0696.

146. Cheshire, P. On the price of land and the value of amenities / P. Cheshire, S. Sheppard // The economics of land use. – Routledge, 2017. – P. 315-335 – ISSN отсyтctbyет.

147. Bourassa, S.C. What's in a View? / S.C. Bourassa, M. Hoesli, J. Sun // Environment and Planning A: Economy and Space. – 2004. – № 8. Volume 36. – P. 1427-1450. – DOI 10.1068/a36103.

148. Ihlanfeldt, K. The effect of land use regulation on housing and land prices / K. Ihlanfeldt // Journal of Urban Economics. – 2007. – № 3. Volume 61. – P. 420-435. – ISSN 0094-1190.

149. Poor, P.J. Objective versus subjective measures of water clarity in hedonic property value models / P.J. Poor, K.J. Boyle, L.O. Taylor, R. Bouchard // Land Economics. – 2001. – № 4. Volume 77. – P. 482-493. – ISSN 0023-7639.

150. Zabel, J.E. Estimating the demand for air quality in four US cities / J.E. Zabel, K.A. Kiel // Land Economics. – 2000. – P. 174-194. – ISSN 0023-7639.

151. Российская Федерация. Законы. Гражданский кодекс Российской Федерации [принят Государственной Думой 30.11.1994 года № 51-ФЗ (редакция от 08.08.2024, с изменениями от 31.10.2024). Статья 129. Оборотоспособность объектов гражданских прав]. – Справочно-правовая система «Консультант Плюс». – Текст : электронный – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_5142/a761099a7fed45b3a1ad93f103041dec5d760a72/ (дата обращения: 02.09.2024).

152. Российская Федерация. Законы. Гражданский кодекс Российской Федерации [принят Государственной Думой 30.11.1994 года № 51-ФЗ (редакция от 08.08.2024, с изменениями от 31.10.2024). Статья 128. Объекты гражданских прав]. – Справочно-правовая система «Консультант Плюс». – Текст : электронный – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_5142/ (дата обращения: 02.01.2024).

153. Российская Федерация. Законы. Налоговый кодекс Российской Федерации [принят Государственной Думой 31.07.1998 года. № 146-ФЗ. Статья 38. Объект налогообложения]. – Справочно-правовая система «Консультант Плюс». – Текст : электронный – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_5142/ (дата обращения: 02.01.2024).

154. Российская Федерация. Законы. Земельный кодекс Российской Федерации [принят Государственной Думой 25.10.2001 года № 136-ФЗ (редакция от 26.12.2024) (с изменениями и дополнениями, вступил в силу с 19.01.2025). Статья 27. Ограничения оборотоспособности земельных участков]. – Справочно-правовая система «Консультант Плюс». – Текст : электронный – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_33773/fb3b9f6c5786727ec9ea99d18258678dcbe363ef/ (дата обращения: 02.01.2024).

155. Государственное областное бюджетное учреждение «Имущественная казна Мурманской области» / Отчеты об итогах государственной кадастровой оценки : сайт. – Текст : электронный. – DOI отсутствует. – URL : <https://ikmo51.ru/gko/reports/> (дата обращения: 02.09.2024).

156. Об утверждении СП 34.13330.2021 «СНиП 2.05.02-85* Автомобильные дороги» [Приказ Минстроя России № 53/пр от 09.02.2021 (с изменениями от 06.04.2021)]. – Справочно-правовая система «Консультант Плюс». – Текст : электронный. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_380435/ (дата обращения: 02.09.2024).

157. Об утверждении перечня автомобильных дорог общего пользования регионального или межмуниципального значения Мурманской области [Постановление Правительства Мурманской области № 179-ПП от 22.04.2010]. – Справочно-правовая система «Консультант Плюс». – Текст : электронный. – URL: <https://www.consultant.ru/regbase/cgi/online.cgi?req=doc;base=RLAW087;n=131134#lr3O2eUuHAjzVcMQ> (дата обращения: 02.09.2024).

158. Лейфер, Л.А. Справочник оценщика недвижимости-2022. Земельные участки : в 2 частях. Часть 1 / Л.А. Лейфер, Т.В. Афанасьева, Р.В. Бабенко [и др.]. – Справочник оценщика недвижимости-2022. Земельные участки. – Нижний Новгород : ООО «Приволжский центр методического и информационного обеспечения оценки», 2022. – 361 с. – Текст : электронный. – URL: <https://inform-ocenka.ru/product/справочник-оценщика-недвижимости-2022-з> (дата обращения: 27.10.2024). – DOI 10.34980/r7480-8766-5581-v.

159. Лейфер, Л.А. Справочник оценщика недвижимости-2022. Земельные участки : в 2 частях. Часть 2 / Л.А. Лейфер, Т.В. Афанасьева, Р.В. Бабенко [и др.] – Справочник оценщика недвижимости-2022. Земельные участки. – Нижний Новгород : ООО «Приволжский центр методического и информационного обеспечения оценки», 2022. – 364 с. – URL: <https://inform-ocenka.ru/product/справочник-оценщика-недвижимости-2022-з-7/> (дата обращения: 27.10.2024). – DOI 10.34980/n3239-7245-0690-h.

160. Статистический бюллетень Банка России №2, 2022 / Банк России : сайт. – Москва. – Обновляется в течение суток. – URL: <https://cbr.ru/Collection/Collection/File/40856/Bbs2202r.pdf> (дата обращения: 02.09.2024).

161. МДС 12-43.2008. Нормирование продолжительности строительства зданий и сооружений. – ЦНИИОМПП, 2008.

– Справочно-правовая система «Гарант». – Текст : электронный. – URL: https://base.garant.ru/618_0022/ (дата обращения: 02.09.2024).

162. Правила землепользования и застройки муниципального образования город Мурманск [Приложение к приказу Министерства градостроительства и благоустройства Мурманской области № 14 от 15.02.2021]. – Справочно-правовая система «Гарант». – Текст : электронный. – URL: <https://base.garant.ru/400364591/53f89421bbdaf741eb2d1ecc4ddb4c33/> (дата обращения: 02.09.2024).

163. Социально-экономическое положение России / Федеральная служба государственной статистики : сайт. – Текст : электронный. – DOI отсутствует. – URL: <https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/osn-09-2022.pdf> (дата обращения: 02.09.2024).

164. Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Мурманской области. Население / Мурманскстат : сайт. – Текст : электронный. – DOI отсутствует. – URL: <https://murmanskstat.gks.ru/folder/72764> (дата обращения: 02.09.2024).

165. Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Мурманской области. Строительство / Мурманскстат : сайт. – Текст : электронный. – DOI отсутствует. – URL: <https://murmanskstat.gks.ru/folder/72869> (дата обращения: 02.09.2024).

166. Об утверждении классификатора видов разрешенного использования земельных участков [Приказ Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии № П/0412 от 10 ноября 2020 (редакция от 23.06.2022) (Зарегистрировано в Минюсте России 15.12.2020 N 61482)]. – Справочно-правовая система «Консультант Плюс». – Текст : электронный. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_371246/ (дата обращения: 02.09.2024).

167. Азаров, Д.В. Классификация факторов формирования стоимости корпоративных земельных участков в целях стоимостной оценки статистическими инструментами / Д.В. Азаров // Электронный научно-практический журнал «Учет и контроль». – 2025. – № 6. – С. 3-10.

– eISSN 2782-5183. – Текст : электронный. – DOI отсутствует. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=82499218> (дата обращения: 22.12.2025).

168. Азаров, Д.В. Методический подход к стоимостной оценке земельных участков производственного назначения на основе технологий машинного обучения / С.Г. Стерник, Д.В. Азаров // Первый экономический журнал. – 2025. – № 3 (357) – С. 111-120. – ISSN 2782-5183.

169. Азаров, Д.В. Концепция межкатегориального анализа в сравнительном подходе к стоимостной оценке земельных участков промышленного назначения / Д.В. Азаров // Российский экономический интернет-журнал. – 2024. – № 2. – ISSN 2218-5402. – Текст : электронный. – DOI отсутствует. – URL: <https://www.e-rej.ru/upload/iblock/c3a/y110vhe0s3wdfk413mk4z2puy3f6se75.pdf> (дата обращения: 22.12.2025).

170. Азаров, Д.В. Интерполяционная статистическая модель стоимостной оценки земельных участков производственного назначения на базе модернизированной методологии пространственно-параметрического моделирования / Д.В. Азаров // Российский экономический интернет-журнал – 2025. – № 3. – ISSN 2218-5402. – Текст : электронный. – DOI отсутствует. – URL <https://www.e-rej.ru/upload/iblock/371/k4rgap0bojumk8ed2j1ru7dyfblbvb15.pdf> (дата обращения: 22.12.2025).

171. Besperstov, V. Real estate valuation using sales comparison method and multiple regression analysis on the example of Russia / V. Besperstov // Экономика и социум. – 2017. – № 3 (34). – С. 7-19. – Текст : электронный. – DOI отсутствует. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/real-estate-valuation-using-sales-comparison-method-and-multiple-regression-analysis-on-the-example-of-russia/viewer> (дата обращения: 10.09.2023).

172. Bibik, Y. Real estate valuation using the method of correlation and regression analysis / Y. Bibik // Экономика и социум. – 2017. – № 2 (33). – С. 21-27. – Текст : электронный. – DOI отсутствует. – URL:

<https://cyberleninka.ru/article/n/real-estate-valuation-using-the-method-of-correlation-and-regression-analysis> (дата обращения: 21.09.2025).

173. Serghoyan, H.T. Automated Real Estate Valuation With Machine Learning: A Case Study on Apartment Sales in Yerevan / H.T. Serghoyan, G.V. Bezirganyan // *Journal of Architectural and Engineering Research*. – 2022. – Том 2. – P. 83-91. – DOI 10.54338/27382656-2022.2-012.

174. Ismagulova, A.A. The Use of Statistical Methods for Assessing Land and Land Plots / A.A. Ismagulova, S.S. Massakova // *Научные исследования*. – 2019. – № 1 (27). – С. 20-22. – Текст : электронный. – DOI отсутствует. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/the-use-of-statistical-methods-for-assessing-land-and-land-plots> (дата обращения: 18.09.2025).

175. Vargas-Calderón, V. Towards robust and speculation-reduction real estate pricing models based on a data-driven strategy / V. Vargas-Calderón, J.E. Camargo // *Journal of the Operational Research Society*. – 2022. – № 12. Том 73. – С. 2794-2807. – DOI 10.1080/01605682.2021.2023672.

176. Информационный блог о недвижимости // Московский портал аналитики : сайт. – Текст : электронный. – DOI отсутствует. – URL: https://www.m-p-a.ru/blog.html?cian_source=magazine&cian_medium=magazine&cian_campaign=b2b_information_about_company__ (дата обращения: 11.01.2025).

177. Агрегаторы рынка недвижимости: Циан vs Авито // ОГРК Центр : сайт. – Текст : электронный. – DOI отсутствует. – URL: <https://ogrk-center.ru/articles/agregatory-rynka-nedvizhimosti-cian-vs-avito/> (дата обращения: 02.02.2025)

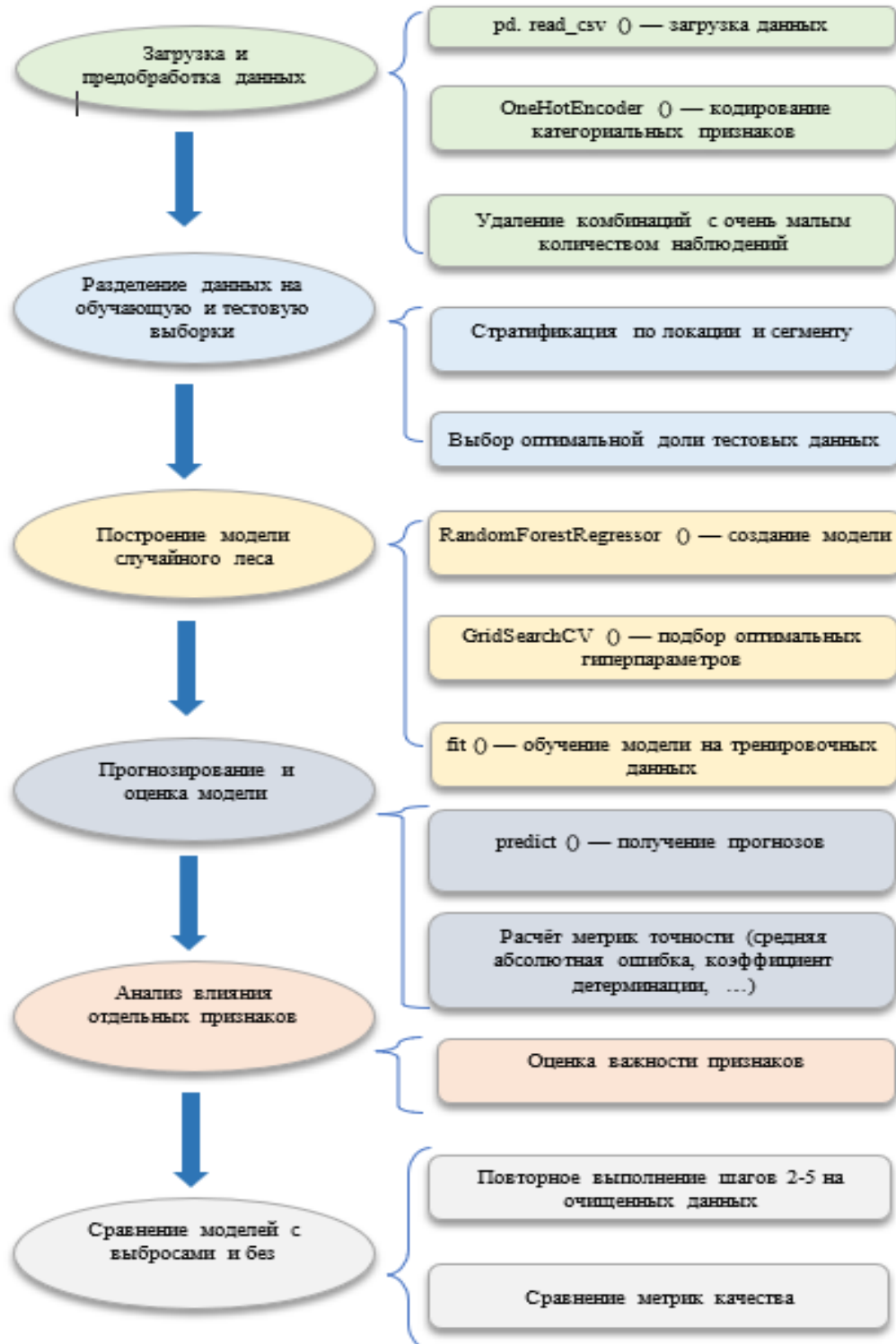
178. Li, X. Analyzing Spatial Restructuring of Land Use Patterns in A Fast Growing Region Remote Sensing and GIS / X. Li, A.G.O. Yeh // *Landscape and Urban Planning*. – 2004. – Том 69. – P. 335-354. – Текст : электронный. – DOI 10.1016/j.landurbplan.2003.10.033. – URL: https://www.researchgate.net/publication/222579388_Analyzing_spatial_restructuring_of_land_use_patterns_in_a_fast_growing_region_using_remote_sensing_and_GIS (дата обращения: 05.09.2024).

179. Paterson, R.W. Out of Sight, Out of Mind? Using GIS to Incorporate Visibility in Hedonic Property Value Models / R.W. Paterson, K. Boyle // *Land Economics*. – 2002. – № 3. Том 78. – P. 417-425.
180. Лейфер, Л.А. Массовая оценка объектов недвижимости на основе технологий машинного обучения / Л.А. Лейфер, Е.В. Черная // *Имущественные отношения в Российской Федерации*. – 2020. – № 3 (222). – С. 32-42. – ISSN 2072-4098.
181. Breiman, L. Random Forests / L. Breiman // *Machine Learning*. – 2001. – Том 45. – P. 5-32. – DOI 10.1023/A:1010933404324.
182. Rasheed, S. Heart Disease Prediction Using GridSearchCV and Random Forest / S. Rasheed, G. Kumar, D. Rani [et al.] // *EAI Endorsed Transactions on Pervasive Health and Technology*. – 2024. – Том 10. – P. 4108-5523. – ISSN 2518-1641. – DOI 10.4108/eetpht.10.5523.
183. Antipov, E. Mass appraisal of residential apartments: An application of Random Forest for valuation and a CART-based approach for model diagnostics / E. Antipov, E. Pokryshevskaya // *MPRA Paper*. University Library of Munich, Germany. – 2010. – № 27645. – P. 1772-1778 – ISSN 0957-4174.
184. Alvarez Gebelin, A. The Land Cover and Land Use in Uruguay Using Land Cover Classification System Methodology / A. Alvarez Gebelin, M. Borretti, C. Cohn, G. Minutti // *Land*. – 2024. – № 12. Том 13. – P. 2168-2179. – DOI <https://doi.org/10.3390/land13122168>.
185. Aghdaie, M.H. A Hybrid Approach for Market Segmentation and Market Segment Evaluation and Selection: An Integration of Data Mining and MADM / M.H. Aghdaie, S.H. Zolfani, E.K. Zavadskas // *Transformations in Business and Economics*. – 2013. – № 2B. Volume 12. – P. 431-458. – ISSN 1648-4460.

Приложение А

(информационное)

Процессная схема разработки модели машинного обучения для оценки удельной стоимости земельных участков производственного назначения



Источник: составлено автором.

Рисунок 11 – Процессная схема разработки модели машинного обучения для оценки удельной стоимости земельных участков производственного назначения

Приложение Б

(информационное)

Расчетный фрагмент кода разработанной модели Random Forest

```
# Ищем редкие категории данных, чтобы их исключить
threshold = 2
rare_combos = combo_counts[combo_counts < threshold].index
filtered_data = data[data.set_index(['Числовой код субъекта ', 'Код
сегмента']).index.isin(rare_combos)]
# Extract the unique values from the 'Индивидуальный номер' column
unique_values = filtered_data['Индивидуальный номер'].unique()
print("Unique value corresponding to the row belonging to rare_combos:",
unique_values)
filtered_data = data[~data.set_index(['Числовой код субъекта ', 'Код
сегмента']).index.isin(rare_combos)]
from sklearn.model_selection import StratifiedShuffleSplit
from sklearn.model_selection import train_test_split
sss = StratifiedShuffleSplit(n_splits=1, test_size=0.3, random_state=42)
X_filtered = filtered_data[['Числовой код субъекта ', 'Код сегмента',
'Площадь, кв.м.']]
y_filtered = filtered_data['Удельная цена, руб./кв.м2']
for train_index, test_index in sss.split(X_filtered, X_filtered[['Числовой
код субъекта ', 'Код сегмента']]):
    X_train, X_test = X_filtered.iloc[train_index],
X_filtered.iloc[test_index]
    y_train, y_test = y_filtered.iloc[train_index],
y_filtered.iloc[test_index]
from sklearn.model_selection import GridSearchCV
from sklearn.ensemble import RandomForestRegressor
from sklearn.compose import ColumnTransformer
from sklearn.preprocessing import OneHotEncoder
from sklearn.pipeline import Pipeline
# Определяем категориальные и числовые признаки
categorical_features = ['Числовой код субъекта ', 'Код сегмента']
numeric_features = ['Площадь, кв.м.']
# Создаем ColumnTransformer, который применяет OneHotEncoder к
категориальным признакам
preprocessor = ColumnTransformer(
    transformers=[
        ('cat', OneHotEncoder(drop='first'), categorical_features),
        ('num', 'passthrough', numeric_features)
    ])
# Создаем модель случайного леса
rf_model = RandomForestRegressor(random_state=42)
# Создаем Pipeline
model_pipeline = Pipeline(steps=[('preprocessor', preprocessor),
('regressor', rf_model)])
# Определяем гиперпараметры для GridSearchCV
param_grid = {
```

```

    'regressor__n_estimators': [200, 250, 300, 350],      # Префикс
"regressor__" означает, что мы настраиваем параметры регрессора
    'regressor__max_depth': [10, 12, 15, 18],
    'regressor__min_samples_split': [8, 10, 12, 15],
    'regressor__min_samples_leaf': [2],
    'regressor__bootstrap': [True, False],
    'regressor__max_features': ['sqrt', 'log2', None]     # Правильные
значения для RandomForestRegressor
}
# Создаем GridSearchCV для поиска лучших параметров
grid_search = GridSearchCV(estimator=model_pipeline,
param_grid=param_grid, cv=3, n_jobs=-1, verbose=2)
# Обучаем модель на тренировочных данных
grid_search.fit(X_train, y_train)
# Лучшие параметры
print("Лучшие параметры:", grid_search.best_params_)
# Оцениваем модель с лучшими параметрами
best_rf_model = grid_search.best_estimator_
y_pred = best_rf_model.predict(X_test)
r2_best_rf = r2_score(y_test, y_pred)
print(f"Лучший R2: {r2_best_rf:.4f}")

```