

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

На правах рукописи

РЫБКИНА Алина Михайловна

**ОБОСНОВАНИЕ МЕТОДА ПОСТРОЕНИЯ
ГЕОСТАТИСТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ КАДАСТРОВОЙ ОЦЕНКИ
ЗЕМЕЛЬНЫХ УЧАСТКОВ МАЛОЭТАЖНОЙ ЖИЛОЙ
ЗАСТРОЙКИ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ**

Специальность 25.00.26 – Землеустройство, кадастр и мониторинг земель

Диссертация

на соискание ученой степени

кандидата технических наук

Научный руководитель: кандидат технических наук,
доцент Киселев Владимир Алексеевич

Санкт-Петербург - 2017

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	4
Глава 1 Анализ современного состояния системы кадастровой оценки земель малоэтажной жилой застройки населенных пунктов.....	12
1.1 Современное состояние кадастровой оценки в России.....	12
1.2 Обоснование выбора объекта исследования.....	15
1.3 Нормативно-правовое обеспечение кадастровой оценки земель малоэтажной жилой застройки населенных пунктов в России.....	19
1.4 Анализ существующих методов массовой кадастровой оценки земель населенных пунктов.....	24
1.5 Выводы по главе 1.....	29
Глава 2 Анализ применения статистических методов в оценке кадастровой стоимости земельных участков малоэтажной жилой застройки населенных пунктов на примере Волгоградской области.....	31
2.1 Основные положения применения статистических методов в оценке кадастровой стоимости земельных участков.....	31
2.2 Порядок проведения государственной кадастровой оценки земель малоэтажной жилой застройки Волгоградской области.....	34
2.3 Анализ результатов государственной кадастровой оценки земельных участков малоэтажной жилой застройки Волгоградской области.....	41
2.3.1 Проверка однородности исходных данных.....	41
2.3.2 Проверка валидности отбора ценообразующих факторов и достаточности рыночной информации.....	43
2.3.3 Анализ качества регрессионных моделей.....	53
2.3.4 Анализ исходных данных на наличие автокорреляции.....	55
2.4 Выводы по главе 2.....	57
Глава 3 Выбор метода пространственной интерполяции при проведении массовой кадастровой оценки земельных участков малоэтажной жилой застройки населенных пунктов.....	59

3.1 Обоснование применения интерполяционного подхода к оценке кадастровой стоимости земельных участков.....	59
3.2 Анализ применения детерминистических методов интерполяции для целей кадастровой оценки земель малоэтажной жилой застройки населенных пунктов	60
3.3 Обоснование применения геостатистического метода интерполирования исходных данных для массовой кадастровой оценки земель малоэтажной жилой застройки населенных пунктов.....	72
3.3.1 Анализ геостатистических методов интерполирования	72
3.3.2 Анализ возможности использования исходных данных рыночной цены земельных участков малоэтажной жилой застройки населенных пунктов Волгоградской области для проведения геостатистической интерполяции.....	80
3.3.3 Обзор методов построения вариограмм	84
3.3.4 Выбор оптимального метода кригинга/кокригинга и модели полувариограммы.....	86
3.4 Выводы по главе 3.....	94
Глава 4 Разработка методики массовой кадастровой оценки земельных участков малоэтажной жилой застройки населенных пунктов методами геостатистики.....	96
4.1 Определение критерия выбора метода геостатистической интерполяции: кригинг/кокригинг.....	96
4.2 Построение геостатистических моделей определения кадастровой стоимости земельных участков малоэтажной жилой застройки населенных пунктов Волгоградской области.....	104
4.3 Сопоставление результатов моделирования методом регрессионного анализа и методами геостатистической интерполяции	112
4.4 Выводы по главе 4.....	115
Заключение	116
Список литературы	119
Приложение А	134
Приложение Б.....	137
Приложение В.....	143

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность работы. Современное состояние рынка земельных участков Российской Федерации свидетельствует о том, что наиболее вовлеченными в оборот являются земли индивидуальной жилой застройки (ИЖС) населенных пунктов (71 % от общей доли предложений о продаже земельных участков), которые в соответствии с классификатором видов разрешенного использования (ВРИ) земельных участков отнесены к малоэтажной жилой застройке. В соответствии с действующим законодательством, при совершении сделок собственники земельных участков должны ориентироваться на величину кадастровой стоимости, так как налог на доходы от продажи объекта недвижимости исчисляется на основании данного показателя. Кроме того, кадастровая стоимость земельных участков также является базой для расчета земельного налога, в связи с чем, возникает потребность получения объективных результатов при проведении кадастровой оценки.

В настоящее время вопросы оценки недвижимости в России регламентируются большим количеством нормативно-правовых актов. Принятие в 2017 году Методических указаний о государственной кадастровой оценке, действующих наряду с принятой ранее нормативной документацией, свидетельствует о том, что процесс государственной кадастровой оценки (ГКО) окончательно законодательно не урегулирован. В этой связи, на территории Российской Федерации за последние 6 лет наблюдается тенденция к значительному увеличению количества обращений граждан по оспариванию результатов кадастровой оценки. Так, за 2011–2016 г.г. количество обращений с просьбой обжалования результатов кадастровой оценки в судебном и внесудебном порядке возросло в 58 раз.

Кадастровую стоимость земельных участков оспаривают чаще всего, о чем говорят данные Росреестра за 2014-2016 г.г., по которым доля земельных участков в совокупности всех оспариваемых видов объектов недвижимости превышает 90%. Большинство спорных результатов возникает в случае проведения их массовой оценки, основанной на стандартизации процедур

статистического анализа, так как в некоторых случаях расчетные модели не могут учесть индивидуальные особенности каждого конкретного объекта, в связи с этим не подлежат учету многие факторы, влияющие на значение кадастровой стоимости земельного участка, и в результате происходит некорректная оценка.

В соответствии с действующей методикой для определения кадастровой стоимости земель малоэтажной жилой застройки населенных пунктов применяются методы математической статистики, основанные на построении регрессионных моделей кадастровой оценки. Анализ последних позволил выявить ряд недостатков действующей методики: отсутствие документов, регламентирующих состав ценообразующих факторов, а также единой методики их отбора; отсутствие требований к объему обучающей выборки; игнорирование наличия автокорреляции в исходных данных.

Теоретические основы оценки недвижимости заложены в трудах В. Петти, А. Смита, Р. Олми, Р. Вессели, Дж. К. Эккерта. Вопросы, связанные с совершенствованием методики кадастровой оценки в рамках применения методов регрессионного анализа, нашли свое отражение в работах таких ученых как Безруков В.Б., Дмитриев М.Н., Пылаева А.В., Круглова И.В., Кияшко Г.А., Трибуц О.А., Шабаева Ю.И. и др. Тем не менее, несмотря достигнутые успехи, в трудах данных авторов не были устранены вышеперечисленные недостатки. Необходимость применения методов пространственной статистики рассматривается в работах таких авторов как Беляева А.В., Демидова П.М., Кунц М., Хелбич М., Ларраз Б., Рубио Н.Г.

Однако, несмотря на существующие наработки в рассматриваемой области, на данный момент не разработана методика, основанная на применении методов пространственной статистики, позволяющая проводить ГКО в условиях различной степени развитости рынка недвижимости, что обуславливает актуальность работы по обоснованию метода построения геостатистической модели кадастровой оценки земельных участков малоэтажной жилой застройки населенных пунктов в зависимости от количества данных о сделках с земельными участками.

Тема диссертации соответствует пункту №2 «Научно-методическое обеспечение земельно-оценочных работ (по всем категориям земель)» паспорта специальности 25.00.26 «Землеустройство, кадастр и мониторинг земель».

Цель работы: повышение объективности результатов кадастровой оценки земель малоэтажной жилой застройки населенных пунктов на основе применения методов геостатистической интерполяции для построения моделей определения кадастровой стоимости.

Идея работы: для повышения объективности результатов кадастровой оценки земельных участков малоэтажной жилой застройки населенных пунктов необходимо перейти от регрессионной модели учета влияющих факторов к модели геостатистического интерполирования (кригинг/кокригинг) значений рыночных цен, выбор которой осуществляется в зависимости от степени развитости рынка недвижимости на основе критерия (критическое значение плотности выборочной сети), который определяется на основании расчетного значения радиуса корреляции.

Задачи исследований:

1. Провести анализ современного состояния системы кадастровой оценки земель населенных пунктов Российской Федерации.
2. Обосновать выбор объекта оценки – земельных участков малоэтажной жилой застройки типовой территории субъекта РФ.
3. Проанализировать результаты государственной кадастровой оценки земельных участков малоэтажной жилой застройки Волгоградской области, выполненной посредством применения методов регрессионного анализа.
4. Выявить взаимозависимость между значениями рыночных цен земельных участков и определить автокорреляцию.
5. Провести анализ методов пространственной интерполяции и обосновать выбор метода геостатистической интерполяции.
6. Определить пространственную структуру данных и разработать методику массовой кадастровой оценки земельных участков малоэтажной жилой застройки населенных пунктов, основанную на применении методов геостатистики.

7. Сравнить эффективность применения статистических и геостатистических методов для целей массовой кадастровой оценки земельных участков малоэтажной жилой застройки населенных пунктов.

Предметом исследования являются закономерности, определяющие изменение кадастровой стоимости земель малоэтажной жилой застройки населенных пунктов в зависимости от пространственного положения и наличия автокорреляции в значениях рыночных цен.

Объектом исследования является кадастровая стоимость земельных участков малоэтажной жилой застройки населенных пунктов.

Научная новизна:

1. Определена пространственная структура данных о сделках с земельными участками малоэтажной жилой застройки населенных пунктов на основании выявленной пространственной корреляции значений рыночных цен.

2. Доказана обратно пропорциональная зависимость средней относительной погрешности от количества значений рыночных цен земельных участков малоэтажной жилой застройки населенных пунктов при применении метода кригинга для целей массовой кадастровой оценки.

3. Доказана прямо пропорциональная зависимость средней относительной погрешности от количества данных о сделках с земельными участками малоэтажной жилой застройки населенных пунктов при применении метода кокригинга для целей массовой кадастровой оценки.

4. Предложен критерий выбора метода геостатистической интерполяции для массовой кадастровой оценки земель малоэтажной жилой застройки населенных пунктов.

Теоретическая и практическая значимость научных результатов:

1. Установлены величины радиуса взаимозависимости рыночных цен земельных участков малоэтажной жилой застройки населенных пунктов Волгоградской области с учетом изменчивости исходных данных.

2. Обоснована возможность моделирования пространственной структуры данных о сделках при определении кадастровой стоимости земельных участков малоэтажной жилой застройки населенных пунктов.

3. Определено количество данных о сделках с земельными участками малоэтажной жилой застройки населенных пунктов, позволяющее проводить массовую кадастровую оценку методом кригинга.

4. Разработана методика массовой кадастровой оценки земель малоэтажной жилой застройки населенных пунктов методами геостатистики.

Методология и методы исследования: обзор и анализ нормативно-правовой базы и научно-технической литературы, сравнительный анализ, корреляционный анализ, построение детерминистических моделей, геостатистическое моделирование. Решение поставленных задач осуществлялось посредством применения средств компьютерной обработки данных и программных продуктов: MS Excel, SPSS Statistics, MapInfo Professional, ArcGIS.

Научные положения, выносимые на защиту:

1. При определении кадастровой стоимости земель малоэтажной жилой застройки населенных пунктов необходимо учитывать пространственную структуру данных о сделках с земельными участками, что позволяет обеспечить среднюю относительную погрешность модели кадастровой оценки в пределах 15%.

2. В условиях нехватки сведений о значениях рыночных цен земельных участков малоэтажной жилой застройки для целей массовой кадастровой оценки следует использовать многопеременное пространственное моделирование (кокригинг).

3. Критерием перехода от кригинга к кокригингу при проведении массовой кадастровой оценки является критическое значение плотности выборочной сети земельных участков, которое определяется на основании расчетного значения радиуса корреляции, полученного в результате моделирования пространственной структуры данных.

Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, содержащихся в диссертационной работе, подтверждается использованием подлинных статистических данных об оспаривании результатов кадастровой оценки, подлинной информации по состоянию рынка земельных участков, расположенных на территории Российской Федерации, о значении рыночных цен, факторов стоимости и результатах ГКО земельных участков малоэтажной жилой застройки населенных пунктов Волгоградской области, полученной из официальных источников.

Объективность результатов кадастровой оценки земель малоэтажной жилой застройки населенных пунктов Волгоградской области, выполненной по предлагаемой методике, подтверждается их согласованностью с информацией о рыночной цене/стоимости указанных земельных участков.

Обоснованность выводов подтверждается обсуждением результатов исследования на научных конференциях и конкурсах, а также публикациями в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК Министерства образования и науки РФ и в издании, индексируемом в БД Scopus.

Личный вклад автора заключается в постановке и реализации цели и задач исследования, обосновании научных положений; анализе существующей научно-технической, методической литературы и отчетов по государственной кадастровой оценке земель населенных пунктов; разработке методики массовой кадастровой оценки земельных участков малоэтажной жилой застройки населенных пунктов методами геостатистики; определении критерия перехода от кригинга к кокригингу при проведении кадастровой оценки; апробации предложений на земельных участках малоэтажной жилой застройки населенных пунктов Волгоградской области.

Реализация выводов и рекомендаций работы. Результаты исследования могут быть использованы при усовершенствовании нормативно-методической документации, а также в учебном процессе. Практическую значимость результаты исследований могут иметь для субъектов оценочной деятельности, занимающихся государственной кадастровой оценкой недвижимости; для финансистов,

анализирующих последствия применения результатов государственной кадастровой оценки.

Апробация работы. Основные положения работы докладывались, обсуждались и получили одобрение на вузовском конкурсе на лучшую научную работу 2013/2014 учебного года (Горный университет, Санкт-Петербург, 2014 г.), конкурсе инновационных проектов Горного университета 2014 года (Горный университет, Санкт-Петербург, 2014 г.), Всероссийской научной конференции-конкурсе студентов выпускного курса (Горный университет, Санкт-Петербург, 2014 г.), III Международной научно-практической конференции «Наука в современном информационном обществе» (North Charleston, USA, 2014 г.), Международном форуме-конкурсе молодых ученых «Проблемы недропользования» (Горный университет, Санкт-Петербург, 2014 г.), III Международной научно-практической конференции «Фундаментальная наука и технологии – перспективные разработки» (North Charleston, USA, 2014 г.), Всероссийском открытом конкурсе на лучшую выпускную квалификационную работу студентов вузов по специальности 120302 «Земельный кадастр» (Пермская государственная сельскохозяйственная академия имени академика Д.Н. Прянишникова, Пермь, 2014 г.), Всероссийском открытом конкурсе выпускных квалификационных работ студентов по специальности 120302.65 – Земельный кадастр (Государственный университет по землеустройству, Москва, 2014 г.), 55 Научно-практической конференции в Краковской горно-металлургической академии (Польша, Краков, 2014 г.), Международной научно-практической конференции «Инновационная наука и современное общество» (г. Уфа, 2015 г.), конкурсе грантов 2015 года для студентов вузов, расположенных на территории Санкт-Петербурга, аспирантов вузов, отраслевых и академических институтов, расположенных на территории Санкт-Петербурга (г. Санкт-Петербург, 2015 г.), Международной научно-практической конференции «Геодезия, картография, геоинформатика и кадастры. От идеи до внедрения» (г. Санкт-Петербург, 2015 г.), заседании Круглого стола в рамках XX Санкт-Петербургской Ассамблеи молодых ученых и специалистов (г. Санкт-Петербург,

2015 г.), Международной конференции молодых ученых (Фрайбергская горная академия, Германия, 2016 г.), XII Всероссийской научно-практической конференции «Новые технологии при недропользовании» (Горный университет, Санкт-Петербург, 2016 г.), на заседаниях кафедры Инженерной геодезии и научно-техническом совете Горного университета.

Работа удостоена награды в конкурсе грантов 2015 года для аспирантов вузов, расположенных на территории Санкт-Петербурга, в соответствии с распоряжением Комитета по науке и высшей школе от 27.11.2015 № 134.

Публикации. Основное содержание работы отражено в 14 публикациях, 4 из которых опубликованы в журналах из перечня изданий, рекомендованных ВАК, 1 - в издании, индексируемом международной базой данных SCOPUS.

Объем и структура работы. Диссертация изложена на 144 страницах машинописного текста, содержит 4 главы, введение, заключение, 3 приложения, библиографический список из 122 наименований. В работе 36 рисунков, 33 таблицы.

Автор выражает признательность научному руководителю Киселеву Владимиру Алексеевичу за помощь и внимание на всех стадиях написания диссертационной работы.

ГЛАВА 1 АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ СИСТЕМЫ КАДАСТРОВОЙ ОЦЕНКИ ЗЕМЕЛЬ МАЛОЭТАЖНОЙ ЖИЛОЙ ЗАСТРОЙКИ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ

1.1 СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ КАДАСТРОВОЙ ОЦЕНКИ В РОССИИ

В соответствии с требованиями Федерального закона «Об оценочной деятельности в Российской Федерации» [53] кадастровая стоимость объекта недвижимости должна максимально соответствовать значению его рыночной стоимости. В случае несогласованности их значений могут возникнуть ситуации, приводящие к оспариванию результатов оценки [16, 30, 38]. Так, по итогам 2011-2016 г.г. в комиссиях по оспариванию кадастровой оценки при территориальных органах Росреестра и в судах было рассмотрено 154693 заявления. Для сравнения, в 2011 году было рассмотрено 1189 заявлений, в 2016 году - 68948 заявлений [73]. Таким образом, за 2011–2016 г.г. количество инициированных споров увеличилось в 58 раз (рисунок 1.1).

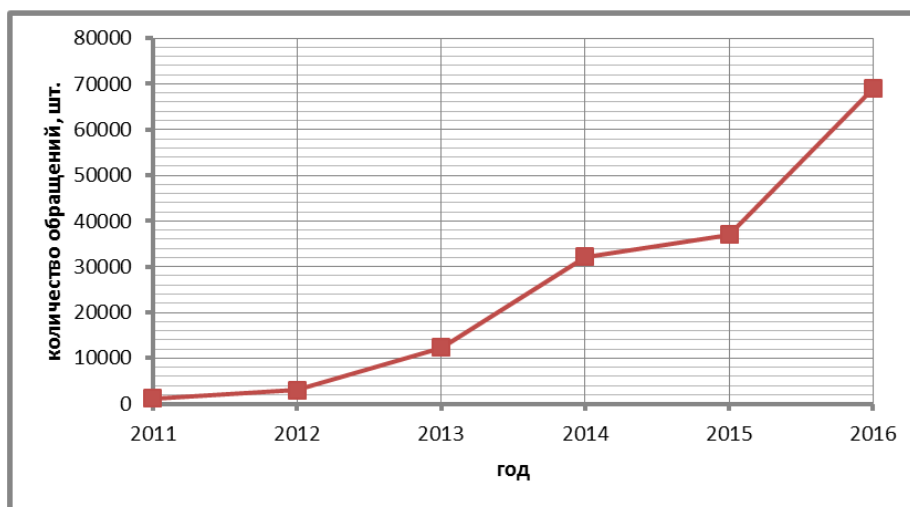


Рисунок 1.1 - Сведения о поступлении заявлений об оспаривании кадастровой оценки в судебном и внесудебном порядке [73]

Следует отметить, что из принятых к рассмотрению заявлений, поступивших за 2016 отчетный год, требования истцов удовлетворены в 56% случаев (рисунок 1.2) [73].



Рисунок 1.2 - Результаты рассмотрения заявлений за 2016 год [73]

Статистические данные Росреестра, предоставленные за 2014-2016 г.г., свидетельствуют о том, что кадастровую стоимость земельных участков оспаривают чаще всего: доля земельных участков в совокупности всех оспариваемых видов объектов недвижимости превышает 90% [73]. Большинство спорных результатов возникает в случае проведения их массовой оценки, т. к. в отличие от индивидуальной оценки ей присуще стандартизация процедур статистического анализа, в результате которой упускаются некоторые особенности объектов недвижимости. Большие расхождения между кадастровой стоимостью объектов и их рыночной ценой обусловлены несовершенными методами оценки, и усредненными показателями кадастровой стоимости, которые использует Росреестр [10,11]. В некоторых случаях расчетные модели не могут учесть индивидуальные особенности каждого конкретного объекта, в связи с этим не подлежат учету многие факторы, влияющие на значение кадастровой стоимости земельного участка, и в результате происходит некорректная оценка. Это особенно заметно на слаборазвитых рынках при отсутствии репрезентативной выборки по аналогичным объектам. Также часто при проведении кадастровой оценки стоимость бывает завышена в результате ошибок, связанных с неправильным определением ВРИ земельного участка [10, 11, 12].

Однако достоинством массовой оценки является то, что она более объективна по сравнению с индивидуальной, так как практически исключает влияние субъективных факторов. Кроме того, именно массовая оценка позволяет

провести оценивание совокупности объектов недвижимости, расположенных на обширной территории, с минимальными трудозатратами в сравнении с экспертным подходом. Именно поэтому нормативно-правовая и методическая база предусматривает применение методов массовой оценки для определения кадастровой стоимости объектов, имеющих большое количество аналогов на исследуемых территориях.

Проведение ГКО земель в Российской Федерации регламентируется международными договорами, федеральными законами и иными нормативными правовыми актами Российской Федерации [44]. Законодательно установлено, что ГКО проводится не чаще одного раза в три года (в городах федерального значения - не чаще одного раза в два года) и не реже одного раза в пять лет [56].

В настоящее время в отношении определения кадастровой стоимости объектов недвижимости действует множество методических указаний. Ранее кадастровая оценка земельных участков основывалась на классификации земель по целевому назначению и виду функционального использования, введение в 2017 году единых для всех видов объектов недвижимости методических указаний опирается на их разделении по сегментам рынка и по ВРИ [54]. Вступление в силу Федерального закона «О государственной кадастровой оценке» и Методических указаний от 2017 г. не отменяет действие ранее принятых нормативно-правовых актов. Переходный период в отношении проведения ГКО, а также пересмотра и оспаривания ее результатов продлится до 1 января 2020 года, это вызвано тем, что после принятия нового федерального закона должна существовать возможность завершения начатых оценочных работ по прежней процедуре [50]. Таким образом, ожидаемое изменение порядка проведения ГКО будет означать завершение комплексного обновления законодательства, регулирующего осуществление государственных функций (услуг) в сфере земли и другой недвижимости [2].

Перечень действующих в настоящее время методических рекомендаций по проведению ГКО земель по категориям приведен в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Методические рекомендации по государственной кадастровой оценке земель

Категория земель	Методические указания, год утверждения
Все категории земель	Приказ Минэкономразвития РФ от 12.05.2017 г. № 226
Земли сельскохозяйственного назначения: - сельскохозяйственные земли, кроме земель садоводческих, огороднических и дачных объединений; - земли садоводческих, огороднических и дачных объединений	- Приказ Минэкономразвития РФ от 04.07.2005 № 145 (ред. от 08.07.2011); - Приказ Росземкадастра от 26.08.2002 № П/307
Земли населенных пунктов	Приказ Минэкономразвития РФ от 15.02.2007 № 39 (ред. от 11.01.2011)
Земли промышленности и иного специального назначения	Приказ Росземкадастра от 20.03.2003 № П/49
Земли особо охраняемых территорий и объектов	Приказ Минэкономразвития РФ от 23.06.2005 № 138
Земли лесного фонда	Приказ Рослесхоза от 10.03.2000 № 43
Земли водного фонда	Приказ Минэкономразвития РФ от 14.05.2005 № 99

В соответствии с принципами данных методических рекомендаций для определения кадастровой стоимости земель садоводческих, огороднических и дачных объединений и земель населенных пунктов применяются методы массовой оценки недвижимости, основанные на использовании статистического анализа данных.

1.2 ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ОБЪЕКТА ИССЛЕДОВАНИЯ

По сведениям о зарегистрированных вещных правах на земельные участки, предоставленным Росреестром за 2015 год (рисунок 1.3), чаще всего регистрационные действия осуществляются в отношении земельных участков категории земель населенных пунктов [90].



Рисунок 1.3 - Сведения о зарегистрированных вещных правах на земельные участки за 2015 г.

По состоянию на 1 января 2015 года в России насчитывалось более 155 тысяч населенных пунктов, причем 1114 из них – города. При этом 169 городов имеют численность населения более 100 тыс. жителей, а 945, т.е. 85%, относятся к средним и малым городам.

Для определения наиболее востребованного вида использования земельных участков в диссертационной работе было обработано 14622 объявления о продажах земельных участков, отнесенных к категории земель населенных пунктов, расположенных на территории Российской Федерации [118]. В ходе анализа было установлено, что наибольшую долю предложений имеют земельные участки, предназначенные для ИЖС (рисунок 1.4). В соответствии с требованиями Приказа Министерства экономического развития от 01.09.2014 № 540 «Об утверждении классификатора видов разрешенного использования земельных участков» данный вид использования земельных участков относится к ВРИ № 2.1 – «малоэтажная жилая застройка». В силу этого, наиболее вовлеченными в оборот на территории Российской Федерации являются земельные участки малоэтажной жилой застройки населенных пунктов, таким образом, вопрос кадастровой оценки земель данного ВРИ имеет первостепенное значение.



Рисунок 1.4 – Данные о предложении земельных участков в разрезе видов функционального использования [118]

Следует отметить, что в ходе исследований целесообразно рассматривать населенные пункты определенного субъекта Российской Федерации, т.к. ГКО проводится по решению исполнительного органа государственной власти субъекта Российской Федерации [53]. Иными словами, объектом ГКО земель населенных пунктов являются все земельные участки данной категории земель, прошедшие процедуру государственного кадастрового учета и расположенные на территории определенного субъекта Российской Федерации.

Российская Федерация состоит из 85 субъектов — республик, краев, областей, городов федерального значения, автономной области, автономных округов. Все субъекты имеют разную площадь и численность населения, так, в Российской Федерации имеется множество необжитых территории, плотность населения в которых варьируется в пределах 0,06-1,00 чел./кв. км.

В зависимости от площади территории все субъекты РФ можно разделить на малоплощадные, среднеплощадные и крупноплощадные (таблица 1.2).

Таблица 1.2 – Дифференциация субъектов Российской Федерации по площади

Номер класса	Количество субъектов РФ в группе	Диапазон значений площади (тыс.кв.км)	Характеристика территорий
1	29	1.080-42.061	Малоплощадные
2	28	43.352-123.702	Среднеплощадные
3	28	141.14-3083.523	Крупноплощадные

Следует отметить, что наиболее обжитыми являются территории западной части Российской Федерации. В таблице 1.3 представлено разделение субъектов Российской Федерации на классы в зависимости от плотности населения.

Таблица 1.3 – Дифференциация субъектов Российской Федерации по плотности населения

Номер класса	Количество субъектов РФ в группе	Диапазон значений плотности населения (чел./кв.км)	Характеристика территорий
1	29	0.07-11.30	Низкая плотность
2	28	11.67-35.16	Средняя плотность
3	28	36.07-4910.44	Высокая плотность

Для выбора типового субъекта РФ произведено сопоставление субъектов среднего класса по площади и по плотности населения (таблица 1.4).

Таблица 1.4 – Сопоставление субъектов Российской Федерации среднего класса по площади и плотности населения

Субъекты Российской Федерации среднего класса по площади	Субъекты Российской Федерации среднего класса по плотности населения
Алтай	Алтайский край
Астраханская область	Астраханская область
Волгоградская область	Башкортостан
Воронежская область	Брянская область
Дагестан	Волгоградская область
Калмыкия	Калужская область
Кемеровская область	Карачаево-Черкесия
Кировская область	Кемеровская область
Костромская область	Курганская область
Краснодарский край	Ленинградская область
Курганская область	Марий Эл
Ленинградская область	Мордовия
Московская область	Новосибирская область
Нижегородская область	Омская область
Новгородская область	Оренбургская область
Оренбургская область	Орловская область
Пензенская область	Пензенская область
Псковская область	Пермский край
Ростовская область	Псковская область
Самарская область	Приморский край
Саратовская область	Рязанская область
Сахалинская область	Саратовская область
Смоленская область	Свердловская область
Ставропольский край	Смоленская область
Татарстан	Тамбовская область
Тверская область	Тверская область
Хакасия	Ульяновская область
Челябинская область	Ярославская область

Анализ результатов показал, что к типовым субъектам РФ, относящимся к среднему классу по обоим показателям, можно отнести следующие области: Астраханскую, Волгоградскую, Кемеровскую, Курганскую, Ленинградскую, Оренбургскую, Пензенскую, Псковскую, Саратовскую, Смоленскую, Тверскую. В настоящее время результаты определения кадастровой стоимости утверждены в отношении населенных пунктов 69 субъектов РФ [96]. Для реализации возможности разработки универсальной методики, исследования проводились на территории Волгоградской области, имеющей максимальное количество земельных участков малоэтажной жилой застройки в перечне объектов оценки (таблица 1.5).

Таблица 1.5 – Сведения о результатах государственной кадастровой оценки [96]

Типовые субъекты Российской Федерации	Утвержденные результаты оценки	Количество объектов оценки 2 ВРИ (всего), шт.	Доля 2 ВРИ от общего количества объектов оценки, %
Астраханская область	584-П от 25.12.2013 г.	204111 (291668)	70
Волгоградская область	46-н от 27.10.2015 г.	506263 (666038)	76
Кемеровская область	4-2/3904 от 25.11.2015 г.	468550 (794043)	59
Курганская область	Не утверждены	Сведения отсутствуют	-
Ленинградская область	Не утверждены	Сведения отсутствуют	-
Оренбургская область	1122-п от 24.12.2012 г.	477879 (675930)	71
Пензенская область	850-пП от 15.11.2013 г.	365912 (525790)	70
Псковская область	Не утверждены	Сведения отсутствуют	-
Саратовская область	989-р от 28.12.2012 г.	399658 (600516)	67
Смоленская область	Не утверждены	Сведения отсутствуют	-
Тверская область	13-нп от 25.12.2014 г.	503316 (695810)	72

Таким образом, в рамках диссертационной работы объектом исследований является кадастровая стоимость земельных участков малоэтажной жилой застройки населенных пунктов Волгоградской области.

1.3 НОРМАТИВНО-ПРАВОВОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАДАСТРОВОЙ ОЦЕНКИ ЗЕМЕЛЬ МАЛОЭТАЖНОЙ ЖИЛОЙ ЗАСТРОЙКИ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ В РОССИИ

На сегодняшний день, до завершения переходного периода, в отношении ГКО земель малоэтажной жилой застройки населенных пунктов в РФ действуют

Методические указания по государственной кадастровой оценке земель населенных пунктов, утвержденные приказом Минэкономразвития от 15.02.2007 г. № 39 (Методика 2007 года) [55]. Методика предусматривает проведение оценки земель населенных пунктов по 17 ВРИ, при этом для различных ВРИ применяются различные методы (таблица 1.6).

Таблица 1.6 - Методы оценки земельных участков в составе земель населенных пунктов

Виды разрешенного использования	Метод оценки
1-10, 17 ВРИ	Массовая оценка: построение статистических моделей
11-12 ВРИ	Индивидуальная оценка рыночной стоимости
13-15 ВРИ	Расчет по формуле на основе известных значений удельного показателя кадастровой стоимости
16 ВРИ	Номинальная оценка

Определение кадастровой стоимости земельных участков в составе земель населенных пунктов осуществляется в следующем порядке:

1. Формирование перечня земельных участков.
2. Расчет кадастровой стоимости участков в составе земель населенных пунктов.

Перечень формируется территориальным управлением федерального органа исполнительной власти, осуществляющего функции по оказанию услуг в сфере ГКО земель, по субъекту Российской Федерации по состоянию на 1 января года проведения работ, при этом он должен содержать сведения обо всех земельных участках, расположенных на оцениваемой территории [55].

Расчет кадастровой стоимости земельных участков осуществляется посредством применения индивидуальной, массовой оценки, а также на основании данных о средних и минимальных значениях удельных показателей кадастровой стоимости (УПКС). Методы массовой оценки применяются для кадастровой оценки земельных участков тех ВРИ, для которых характерно наличие большого количества объектов.

Согласно требованиям Методики 2007 года земли малоэтажной жилой застройки относятся ко 2-ому ВРИ, таким образом, для их кадастровой оценки

характерно использование методов математической статистики. Построение статистических моделей производится в определенном порядке (рисунок 1.5).



Рисунок 1.5 - Технологическая схема расчёта кадастровой стоимости земельных участков малоэтажной жилой застройки в составе земель населенных пунктов

Состав факторов стоимости определяется на основе примерного перечня ценообразующих факторов и анализа информации о рынке недвижимости субъекта Российской Федерации. Иными словами, точный перечень факторов, которые необходимо включать в модель, не определен, то есть он выбирается экспертным путем. Однако в модель должны быть включены те факторы, которые оказывают существенное влияние на стоимость земельных участков в составе земель населенных пунктов.

Сбор сведений о значениях факторов стоимости осуществляется из источников, содержащих достоверные данные [55].

На основании анализа информации о рынке земельных участков, состава факторов стоимости и сведений о значениях факторов может проводиться группировка земельных участков. Для проведения группировки определяется

перечень ценообразующих факторов, на основании которых она будет проведена, а также значения и (или) диапазон значений данных показателей для отнесения участков к соответствующей группе. В случае если группировка не проводится, все земельные участки рассматриваются как одна группа.

Требования к земельным участкам каждой группы [55]:

- участки не должны пересекаться (земельный участок должен быть отнесен только к одной группе);

- участки должны быть однородными с точки зрения значений и (или) диапазонов значений факторов стоимости и полностью покрывать данный ВРИ земель (земельный участок должен быть отнесен к какой-либо группе).

Для каждой сформированной группы осуществляется сбор достаточной и достоверной рыночной информации о земельных участках в разрезе факторов стоимости.

В качестве рыночной информации используются [55]:

- цены сделок (купля-продажа, аренда, ипотека);
- цены предложения (купля-продажа, аренда);
- цены спроса (купля-продажа, аренда);
- информация о рыночной стоимости объектов недвижимости в составе земель населенных пунктов, установленной в отчетах об оценке;

- коэффициенты и индексы, используемые для определения рыночной стоимости объектов недвижимости;

- иные показатели, используемые для определения рыночной стоимости объектов недвижимости.

В качестве источников информации могут быть определены [55]:

- официальные реестры, содержащие сведения о сделках с объектами недвижимости, находящиеся в ведении органов государственной власти и местного самоуправления;

- средства массовой информации, в том числе официальные сайты предприятий, организаций, размещающих объявления о рынке недвижимости;

- отчеты об оценке рыночной стоимости.

При анализе информации она проверяется по следующим критериям [55]:

1. Правильность информации (фактологические ошибки).

2. Достоверность (проверка существования данного источника информации, проверка на достоверность местоположения, на непротиворечивость данных, на актуальность).

3. Полнота (наличие значений всех факторов стоимости у всех объектов).

В целях обеспечения сопоставимости рыночной информации вносятся необходимые корректировки.

Информация считается достаточной, если на ее основе можно построить статистически значимую модель расчета кадастровой стоимости.

В случае недостаточности рыночной информации проводится сбор дополнительной рыночной информации, и (или) перегруппировка земельных участков, и (или) оценка рыночной стоимости земельных участков в составе данной группы с целью обеспечения достаточности рыночной информации, и (или) уточнение состава факторов стоимости.

В целях определения достоверности собранной рыночной информации проводится ее статистический анализ, на основании которого определяется и устраняется информация об объектах-аналогах с выбросами в значениях рыночной стоимости или значениях факторов стоимости, также обеспечивается непротиворечивость и интерпретируемость рыночной информации, проверяется репрезентативность выборки, и выбираются факторы для построения статистических моделей.

Для каждой группы осуществляется построение статистических моделей расчета кадастровой стоимости путем определения значений коэффициентов (параметров) модели.

Анализ качества построенных моделей проводится на обучающей и контрольной выборках. При этом обучающая выборка – это информация, на основе которой строятся модели расчета, а контрольная выборка - это рыночная информация, на основе которой проверяется качество построенных моделей. Контрольная выборка не включает информацию обучающей [55].

Существует два варианта расчета кадастровой стоимости участков [55]:

1. Если статистическая модель выражает зависимость кадастровой стоимости от значений ценообразующих факторов, то расчет кадастровой стоимости земельных участков осуществляется подстановкой значений факторов в статистическую модель.

2. Если статистическая модель выражает зависимость УПКС от значений ценообразующих факторов, то кадастровая стоимость земельного участка определяется следующим образом. В первую очередь определяется УПКС участка путем подстановки значений факторов в статистическую модель, а затем определяется кадастровая стоимость путем умножения УПКС земельного участка на его площадь.

1.4 АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ МЕТОДОВ МАССОВОЙ КАДАСТРОВОЙ ОЦЕНКИ ЗЕМЕЛЬ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ

Подходы к оценке стоимости принципиально одинаковы во всех странах: сравнительный, доходный и затратный [58], но в каждой из них существуют свои модификации, что связано с разными уровнями их экономического развития, особенностями правовых систем и бюджетных устройств [7].

25 августа 1999 г. Правительством Российской Федерации было принято Постановление № 945 «О государственной кадастровой оценке земель», положившее начало проведению работ по ГКО всех категорий земель на территории Российской Федерации для целей налогообложения. За период становления и развития нормативно-правовой и методической базы, затрагивающей вопросы определения кадастровой стоимости земельных участков, был выполнен большой объем научных исследований, нацеленных на повышение объективности результатов ГКО.

В настоящее время самыми приоритетными методами кадастровой оценки земель являются методы массовой оценки, основанные на единой методологии с использованием стандартизированного программного обеспечения для расчета кадастровой стоимости, которые должны обеспечивать эффективность,

преемственность, непредвзятость, сопоставимость результатов на всей территории региона и страны в целом [63].

Исследование работ, посвященных вопросам налогообложения и кадастровой оценки земли, показывает, что данная проблема носит комплексный характер, и для ее решения необходимо сочетание законодательных, организационных и программно-технических мер. К сожалению, как показала практика, методическая база не позволяет в полной мере учесть все особенности экономической ситуации, существующие в регионах. В ряде научных работ были предприняты попытки модернизации существующих методик, причем большее внимание ученых привлекает проведение кадастровой оценки земель населенных пунктов.

Вопросы оценки недвижимости в целях налогообложения рассмотрены в научных работах А. Смита, Р. Олми, Д. Фридмана, Р. Вессели, Дж. К. Эккерта [17-19, 97, 107-109]. Среди российских ученых, занимающихся проблемами оценки недвижимости, необходимо выделить Севостьянова А.В., Безрукова В.Б., Дмитриева М.Н., Пылаеву А.В., Грязнову А.Г., Федотову М.А. и др. [6-8, 23, 68-72].

Методические аспекты оценки земель отражены в работах большого количества авторов. Некоторые из них занимаются совершенствованием методической базы (Паршин А.А., Лепихина О.Ю., Демидова П.М., Беляева А.В. и др. [9, 24, 25]), другие обосновывают необходимость учета различных факторов стоимости (Круглова И.В., Кияшко Г.А., Трибуц О.А., Чернецкая Ю.В., Шабаева Ю.И. и др. [34, 94, 102, 104]).

Одной из наиболее важных проблем, поднятых в научной литературе, является отсутствие определенного перечня ценообразующих факторов, которые необходимо учитывать при расчете кадастровой стоимости земельных участков населенных пунктов. В работе Трибуц О.А. было выявлено влияние разломов на стоимость земельных участков, входящих в состав земель населенных пунктов [93, 94]; Чернецкая Ю.В. при построении модели кадастровой оценки предлагает учитывать влияние обременений и ограничений [102]; Шабаева Ю.И.

рассматривает важность учета дифференциации городской территории по престижности [104]; Кругловой И.В. и Кияшко Г.А. была озвучена необходимость учета следующих факторов: вид права на земельный участок; рельеф местности; микроклимат; расстояние до коммуникаций [34]. Однако, основными факторами, влияющими на стоимость объектов, являются факторы местоположения, что также подтверждается результатами исследований Пылаевой А.В., полученными при разработке и тестировании системы кадастровой (массовой) оценки недвижимости в Российской Федерации [7].

Дж.К. Эккертом была установлена важность учета пространственной составляющей в моделях массовой оценки [107]. Было установлено, что стандартные факторы оценки стоимости объектов недвижимости не обеспечивают одинаковых стоимостных характеристик в случае, если объекты не являются равноценными по местоположению. Учет фактора местоположения является одним из основных элементов разработанной Дж.К. Эккертом методологии, в соответствии с которой в настоящее время проводится оценка стоимости объектов недвижимости в Америке, Канаде и других странах.

Беляевой А.В. исследовано применение методов пространственной статистики при проведении массовой кадастровой оценки объектов недвижимости - квартир с их характеристиками, в том числе ценой и расположением в пространстве (ширина и долгота). В результате исследований было выявлено, что в отличие от стандартных эконометрических методов, они дают наиболее точные результаты, так как учитывают пространственное положение объектов исследования [9].

Следует отметить, что метод эконометрического моделирования должен выбираться в зависимости от типа исходных данных. На рисунке 1.6 представлена блок-схема, отражающая последовательность действий при определении метода моделирования.

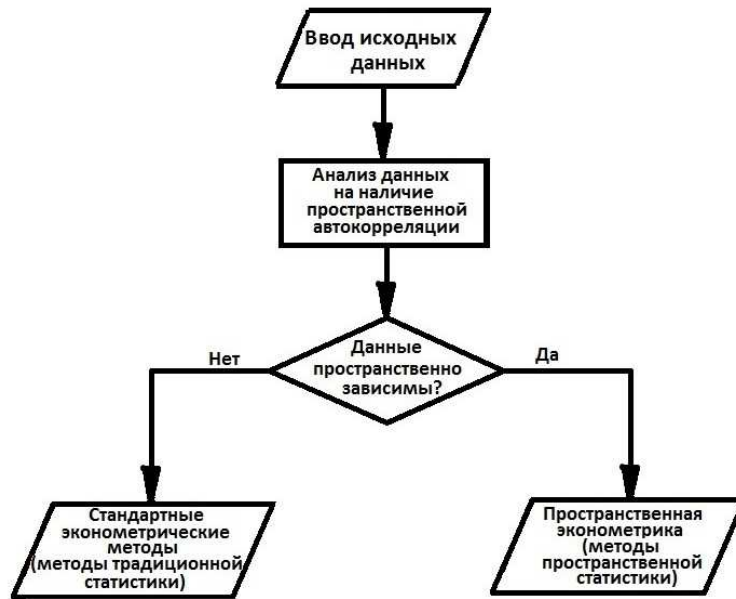


Рисунок 1.6 - Блок-схема алгоритма определения метода эконометрического моделирования

Пространственные эффекты – термин, имеющий непосредственное отношение к пространственной зависимости (автокорреляции) и гетерогенности (неоднородности) данных. На практике разглядеть пространственную автокорреляцию и неоднородность не так уж и легко. В литературе, посвященной пространственной статистике и эконометрике, большое внимание уделяется различным тестам на пространственную автокорреляцию. Исследования Беяевой А.В., Демидовой П.М., Кунца М., Хелбича Н., Ларраза Б., Рубио Н.Г [9, 24, 25, 116, 117, 119] доказали преимущества применения методов пространственной статистики при проведении массовой кадастровой оценки объектов недвижимости. Авторами было выявлено наличие пространственной зависимости, которое приводит к невозможности применения стандартных статистических методов, так как они основываются на использовании независимых данных (случайных величин) в качестве исходных. Так, например, регрессионный анализ в данном случае может иметь нестабильные оценки параметра и привести к ошибочным результатам.

Однако предложенные авторами методики не адаптированы к различным условиям развитости рынка недвижимости на той или иной территории, таким образом, в отношении применения методов пространственной статистики существует ряд неизученных вопросов, требующих доработок.

В настоящее время при проведении ГКО на территории Российской Федерации применяются методы традиционной (непространственной) статистики, при этом в качестве подавляющего большинства факторов стоимости выступают характеристики пространственного положения объектов: их удаленности относительно каких-либо локальных центров. Это обусловлено тем, что в основе пространственной эконометрики лежит пространственная определенность объектов исследования (т.е. необходимо знать его координаты), во времена введения в нашей стране действующей системы массовой кадастровой оценки процедура кадастрового учета объектов недвижимости не была достаточно урегулирована. Дело в том, что до недавнего времени для постановки на кадастровый учет земельных участков не требовалось проводить их межевание (уточнение местоположения границ). Нововведение было утверждено распоряжением РФ №2236-р «Повышение качества государственных услуг в сфере государственного кадастрового учета недвижимого имущества и государственной регистрации прав на недвижимое имущество и сделок с ним» («дорожная карта») от 01.12.2012 г., и заключалось в том, что с 1 января 2018г. в России планируется установить запрет на распоряжение земельными участками, в отношении которых отсутствуют сведения о местоположении границ. Отмечается, что мероприятия, указанные в данном нормативно-правовом акте создадут условия для проведения реформы налоговой системы [64].

Также Федеральным законом от 22.12.2014 №447-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «О государственном кадастре недвижимости» и отдельные законодательные акты Российской Федерации» в государственный кадастр недвижимости было введено понятие «комплексных кадастровых работ» [49, 52]. Посредством комплексных кадастровых работ планируется проводить массовое уточнение местоположения границ земельных участков с целью приведения в соответствие данных государственного кадастра недвижимости.

1.5 ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ 1

В настоящее время в Российской Федерации наиболее остро стоит вопрос определения кадастровой стоимости объектов недвижимости, это подтверждается ежегодным систематическим увеличением количества обращений граждан с просьбой обжалования результатов кадастровой оценки. Наиболее часто споры возникают по поводу массовой оценки земельных участков. Методы массовой оценки применяются для определения кадастровой стоимости земель садоводческих, огороднических и дачных объединений и земель населенных пунктов.

Наиболее вовлеченными в оборот на территории Российской Федерации являются земли малоэтажной жилой застройки, для определения кадастровой стоимости которых в соответствии с требованиями Методики 2007 года применяются методы математической статистики.

В ходе анализа информации о порядке проведения и результатах массовой кадастровой оценки земель малоэтажной жилой застройки населенных пунктов был выявлен ряд проблем:

1. Отсутствие установленного перечня ценообразующих факторов, в связи с чем определение факторов стоимости производится экспертным путем и носит субъективный характер [20]. Это ведет к тому, что в некоторых случаях происходит некорректная оценка, так как построенные расчетные модели не могут учесть особенности некоторых объектов, в связи с тем, что не подлежат учету факторы, влияющие на значение кадастровой стоимости данных объектов.

2. Выявленное наличие пространственной автокорреляции значений рыночных цен земельных участков, которое указывает на невозможность применения стандартных статистических методов для целей массовой кадастровой оценки.

Разрешение выявленных проблем возможно только при условии использования методов, учитывающих факт наличия пространственно зависимых данных. К такого рода методам относятся методы пространственной интерполяции, позволяющие повысить уровень надежности и качество решений,

принимаемых на основе использования пространственно распределенной информации.

Исходя из выше изложенного, задачи дальнейшего исследования сводятся к следующему:

1. Провести анализ результатов кадастровой оценки земель малоэтажной жилой застройки населенных пунктов определенного субъекта РФ, выполненной посредством применения методов регрессионного анализа;

2. Выявить взаимозависимость между значениями рыночных цен земельных участков;

3. Обосновать применение метода геостатистической интерполяции для определения кадастровой стоимости земель малоэтажной жилой застройки населенных пунктов на примере Волгоградской области.

4. Рассмотреть возможность применения методов многопеременного пространственного моделирования для кадастровой оценки населенных пунктов с недостаточно развитым рынком недвижимости.

ГЛАВА 2 АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ СТАТИСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ В ОЦЕНКЕ КАДАСТРОВОЙ СТОИМОСТИ ЗЕМЕЛЬНЫХ УЧАСТКОВ МАЛОЭТАЖНОЙ ЖИЛОЙ ЗАСТРОЙКИ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ НА ПРИМЕРЕ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

2.1 ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПРИМЕНЕНИЯ СТАТИСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ В ОЦЕНКЕ КАДАСТРОВОЙ СТОИМОСТИ ЗЕМЕЛЬНЫХ УЧАСТКОВ

По требованиям Методики 2007 г. кадастровая стоимость земельных участков 1-10 и 17 ВРИ определяется путем построения статистической модели расчета: функциональной зависимости стоимости земельных участков от ценообразующих факторов [55]. В данном случае под моделью расчета понимается уравнение регрессии, отображающее связь между зависимой переменной и значениями соответствующих факторов стоимости.

В качестве зависимой переменной выступает УПКС земельных участков или кадастровая стоимость земельных участков. В рамках данного подхода для определения значений кадастровой стоимости неисследованных участков используются различные методы экстраполяции и интерполяции функций.

На сегодняшний день при оценке земель населенных пунктов РФ применяются следующие регрессионные модели:

1. Множественная линейная (аддитивная) регрессионная модель (2.1) [28]:

$$y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + \dots + a_nx_n + \varepsilon, \quad (2.1)$$

где y – зависимая переменная (рыночная стоимость 1 кв. м земли или стоимость земельных участков), x_1, \dots, x_n – факторы стоимости земельных участков, a_0, a_1, \dots, a_n – коэффициенты модели, ε – случайная величина.

2. Модели нелинейной регрессии:

- Мультипликативная степенная модель (2.2) [28]:

$$y = a_0x_1^{a_1} \dots x_n^{a_n} \quad (2.2)$$

- Экспоненциальная модель (2.3) [28]:

$$y = a_0 e^{a_1 x_1 + \dots + a_n x_n} \quad (2.3)$$

3. Гибридные модели.

В гибридной модели происходит смешение трех представленных выше типов моделей. Таким образом, часть факторов стоимости может входить в модель в линейном виде, а часть в мультипликативном или экспоненциальном.

Процесс разработки регрессионной модели состоит из трёх этапов:

- спецификация (процесс определения вида модели, набора ценообразующих факторов);
- калибровка (процесс расчёта и уточнения коэффициентов модели);
- верификация (проверка истинности, адекватности модели).

Если на этапе верификации будет обнаружено, что модель имеет плохое качество, следует вернуться к калибровке и изменить некоторые параметры. В некоторых случаях единственным из возможных вариантов улучшения качества модели является возврат на этап спецификации и пересмотр вида модели или добавление/удаление ценообразующих факторов.

Выбор вида функциональной зависимости независимых ценообразующих факторов и ценовой переменной аддитивного или мультипликативного влияния независимых факторов на ценовую характеристику должен производиться на основе содержательного анализа предметной области. Выбор типа регрессионной модели зависит от информации о характере взаимовлияний факторов стоимости друг на друга и на саму рыночную стоимость объектов моделирования [107].

Статистическая значимость модели определяется на обучающей выборке с использованием формулы (2.4) (критерия Фишера) [28]:

$$F = \frac{(N - m - 1)R^2}{m(1 - R^2)}, \quad (2.4)$$

где N – количество объектов в обучающей выборке, m – количество факторов стоимости, используемых в построенной модели, R^2 – коэффициент детерминации построенной модели.

Коэффициент детерминации вычисляется по формуле (2.5) [28]:

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^N (Y_i - \hat{Y}_i)^2}{\sum_{i=1}^N (Y_i - Y_{cp})^2}, \quad (2.5)$$

где \hat{Y}_i - модельная оценка величины; Y_{cp} - средняя рыночная стоимость земельных участков из обучающей/контрольной выборки.

Модель считается статистически значимой, если найденное значение F -критерия ($F_{расч}$) превышает пороговое значение $F_{табл}$ при заданном уровне значимости $\alpha=0,05$.

Анализ качества проводится только для статистически значимых моделей по следующим показателям, приведенным в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Критерии качества статистических моделей

Критерий качества	Формула для расчёта	Допустимое значение
Средняя относительная погрешность	$\bar{\Delta}_{отн} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{ Y_i - \hat{Y}_i }{Y_i} \times 100\%$	$\leq 15\%$
Коэффициент детерминации	$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^N (Y_i - \hat{Y}_i)^2}{\sum_{i=1}^N (Y_i - Y_{cp})^2}$	$\geq 0,65$ для обучающей выборки $\geq 0,60$ для контрольной выборки

В эконометрических задачах точность воспроизведения регрессионной моделью рыночных данных считается высокой при средней ошибке аппроксимации (средней относительной погрешности) 5-7%, хорошей – при 7-12%, удовлетворительной – 12-15%, неудовлетворительной – свыше 15% [28].

В качестве объекта анализа работоспособности применяемого метода кадастровой оценки были выбраны земельные участки малоэтажной жилой застройки (в т. ч. ИЖС) населенных пунктов Волгоградской области, как наиболее вовлеченные в оборот и в большей степени задействованные при проведении ГКО (см. п. 1.2 гл. 1).

2.2 ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ГОСУДАРСТВЕННОЙ КАДАСТРОВОЙ ОЦЕНКИ ЗЕМЕЛЬ МАЛОЭТАЖНОЙ ЖИЛОЙ ЗАСТРОЙКИ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Волгоградская область – субъект Российской Федерации (административный центр – г. Волгоград). Входит в состав Южного Федерального Округа Российской Федерации. Общая протяженность границ области - 2221,9 км. Волгоградская область занимает площадь 112,9 тыс. кв. км. Численность населения 2610161 человек (городское - 1983322, сельское - 626839). На территории области 1506 населенных пунктов, находящихся в составе 38 муниципальных образований (6 городов областного подчинения и 32 района). Административно-территориальное деление Волгоградской области представлено на рисунке 2.1.



Рисунок 2.1 - Административная карта Волгоградской области

Данные по количеству земельных участков, подлежащих оценке на исследуемой территории, в разрезе ВРИ, утвержденных Методикой 2007 года, свидетельствуют о том, что наибольшую долю составляют земельные участки, относящиеся ко второму ВРИ (рисунок 2.2) [62].

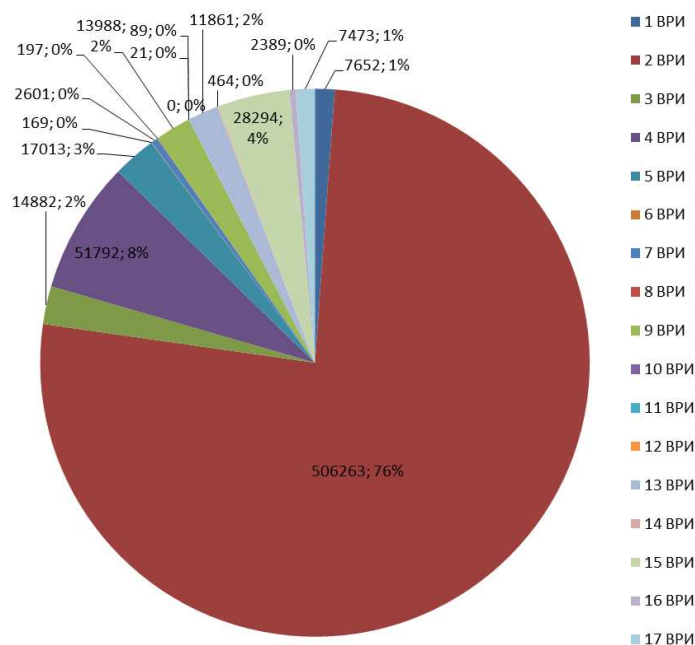


Рисунок 2.2 - Соотношение объектов оценки по виду разрешенного использования [62]

В соответствии с требованиями Методики 2007 года на первом этапе работ по построению статистических моделей производится определение состава факторов стоимости земельных участков (рисунок 1.6). Состав факторов стоимости определяется для каждого ВРИ земельных участков в составе земель населенных пунктов на основе примерного перечня факторов стоимости и анализа информации о рынке недвижимости субъекта Российской Федерации [55].

Однако, на сегодняшний день нет документов, регламентирующих состав факторов стоимости, поскольку ранее примерный перечень ценообразующих факторов, введенный Приказом Федерального агентства кадастра объектов недвижимости от 29.06.2007 № П/0152 «Об утверждении Технических рекомендаций по государственной кадастровой оценке земель населенных пунктов», был отменен Приказом Росреестра от 03.07.2012 № П/276 «О признании утратившими силу отдельных приказов Федерального агентства кадастра объектов недвижимости». В этой связи исполнителем работ был

выполнен анализ рынка земельных участков Волгоградской области, относящихся ко 2 ВРИ.

Анализ показал, что территории, на которых объекты недвижимости имеют близкие (существенно не различающиеся) значения факторов стоимости, представляют собой сельские населенные пункты. Следовательно, кадастровая стоимость внутри таких территорий не дифференцируется по местоположению. Территории с существенно различающимися значениями ценообразующих факторов представляют собой городские населенные пункты. Внутри таких территорий кадастровая стоимость дифференцируется по местоположению [62].

Перечень факторов стоимости, составленный для городских и сельских населенных пунктов, представлен в таблице 2.2 [62].

Таблица 2.2 – Перечень ценообразующих факторов

№ п.п.	Ценообразующие факторы для ГНП	Ценообразующие факторы для СНП
Характеристики местоположения (окружения)		
1	Расстояние от объекта до административного центра населенного пункта	Расстояние от населенного пункта до столицы субъекта РФ
2	Близость к водным объектам	Расстояние от населенного пункта до центра муниципального района, городского округа
3	Расстояние до ближайших ж/д вокзала, станции, платформы	Расстояние от населенного пункта до ближайших ж/д вокзала, станции, платформы
4	Расстояние до ближайшей из основных дорог города	Наличие в населенном пункте или вблизи (до 1 км) остановок общественного транспорта
5	Расстояние от объекта до историко-культурного центра населенного пункта	Наличие в населенном пункте магазина
6	Расстояние от объекта до общественно-делового центра населенного пункта	Наличие в населенном пункте общеобразовательной школы
7	Расстояние до остановок общественного транспорта (в т.ч. автовокзалы, автостанции, автобусные остановки и т.п.)	Наименование ближайшей к населенному пункту дороги федерального значения
8	Близость к крупным объектам торговли (торговый центр, рынок, супермаркет)	Расстояние до ближайшей к населенному пункту дороги федерального значения
9	Близость к зонам рекреации (парк, пляж, лес, сквер, зеленая зона, бульвар)	Наличие в населенном пункте или вблизи (до 1 км) водного объекта
10	Наличие поблизости малопривлекательных производственных объектов (свалки, скотомогильники, отвалы пород)	Наличие в сельском населенном пункте дороги с твердым покрытием

Продолжение таблицы 2.2

№ п.п.	Ценообразующие факторы для ГНП	Ценообразующие факторы для СНП
11	Наличие близости источников, представляющих собой действующую и потенциальную экологическую опасность, очаги возможных катастроф (АЭС, склады токсичных и/или взрывоопасных веществ, заводы цветной металлургии, химические и др. предприятия с опасным циклом производства)	-
12	Нахождение объекта в зоне, неблагоприятной для строительства (подтопления, карстовые явления, подработки, оползни и т.д.)	-
13	Расстояние от населенного пункта до столицы субъекта РФ	-
14	Расстояние от населенного пункта до центра муниципального района, городского округа	-
Коммунальная инфраструктура		
15	Центральное электроснабжение	Наличие в населенном пункте центрального электроснабжения
16	Центральное водоснабжение	Наличие в населенном пункте центрального водоснабжения
17	Центральная канализация	Наличие в населенном пункте центральной канализации
18	Центральное теплоснабжение	Наличие в населенном пункте центрального теплоснабжения
19	Центральное газоснабжение	Наличие в населенном пункте центрального газоснабжения
Социально-экономические характеристики		
20	Численность населения в населенном пункте	Численность населения в населенном пункте
21	Численность населения в муниципальном районе, городском округе	Численность населения в муниципальном районе, городском округе
22	Среднемесячная заработная плата в муниципальном районе, городском округе	Среднемесячная заработная плата в муниципальном районе, городском округе
23	Наименование населенного пункта	Наименование муниципального района

Источниками информации о значениях ценообразующих факторов являются [62]:

- Законы об установлении границ муниципальных районов Волгоградской области;

- Закон «Об административно-территориальном устройстве Волгоградской области» от 07.10.1997 № 139-ОД;
- Администрации муниципальных образований Волгоградской области;
- Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Волгоградской области;
- Филиал ФГБУ ФКП Росреестра по Волгоградской области;
- Управления Росреестра по Волгоградской области;
- Открытые источники информации.

В соответствии с требованиями п. 16 ФСО № 4 при определении кадастровой стоимости с использованием методов массовой оценки все объекты оценки, содержащиеся в перечне, разбиваются на группы на основании анализа информации о рынке объектов оценки, обоснования предполагаемой модели определения кадастровой стоимости, состава ценообразующих факторов и сведений об их значениях [59].

Согласно данным, полученным в ходе исследования рынка земельных участков Волгоградской области, а также на основе информации об объектах-аналогах, земельные участки группируются агентствами недвижимости в зависимости от их принадлежности к той или иной категории земель. В рамках определенной категории в объявлениях указывается ВРИ, что еще раз доказывает целесообразность отнесения земельных участков к различным группам при проведении кадастровой оценки.

Методика 2007 года проводит дифференциацию земель населенных пунктов на 17 ВРИ. Объекты каждого ВРИ при проведении кадастровой оценки целесообразно относить к отдельной группе.

Земельные участки малоэтажной жилой застройки, отнесенные ко 2-ому ВРИ, представлены земельными участками, предназначенными для застройки жилыми зданиями.

Данная группа на основе анализа рынка и анализа объектов оценки была разделена на следующие подгруппы [62]:

- Подгруппа ГНП 1 – «Город Волгоград»;

- Подгруппа ГНП 2 – «Города областного подчинения»;
- Подгруппа ГНП 3 – «Остальные населенные пункты»;
- Подгруппа СНП.

Такое распределение обосновано особенностями ценообразования на рынке земельных участков Волгоградской области. Состав влияющих на стоимость земли факторов меняется в зависимости от расположения населенного пункта в иерархии административно-территориального деления области и от масштаба территорий населенных пунктов (в т. ч. численности населения). Таким образом, в качестве факторов кластеризации в данном случае выступают социально-экономические характеристики [62].

Количество земельных участков, подлежащих оценке, отнесенных к каждой подгруппе представлено в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Количество объектов оценки малоэтажной жилой застройки, ранжированное по подгруппам [62]

№ подгруппы	Наименование подгруппы	Количество объектов оценки, шт.
I	«Город Волгоград» (ГНП)	68600
II	«Города областного подчинения» (ГНП)	48801
III	«Остальные населенные пункты» (ГНП)	123487
IV	Все ЗУ СНП	265375

Источниками информации по сбору объектов-аналогов выступали:

- ответы на запросы о предоставлении рыночной информации от органов местного самоуправления Волгоградской области;
- ответы на запросы о предоставлении рыночной информации от муниципальных образований Волгоградской области;
- информация о предложениях продажи из газеты «Все для вас» со ссылкой на скан-копию листа с объявлением, в котором указаны дата и номер газеты;
- иные интернет-источники с указанием названия сайта и подтверждающим скриншотом с указанием даты и номера объявления.

Сбор объектов-аналогов осуществлялся за период с 01.01.2012 по 01.01.2015 гг. В качестве рыночной информации использовались [62]:

- цены сделок (купля-продажа, аренда);

- цены предложения (купля-продажа, аренда).

Сбор рыночной информации по землям населенных пунктов проводился для следующих типов объектов:

- земельные участки;
- земельные участки со строением.

Ввиду ограниченности рынка земельных участков, свободных от застройки, объектами собранной информации являются не только свободные земельные участки, но и земельные участки с улучшениями. Следовательно, для приведения имеющихся предложений/сделок по продаже/аренде объектов-аналогов к сопоставимому виду, то есть к предложениям/сделкам по продаже земельных участков, свободных от застройки на дату оценки (01.01.2015 г.) необходимо внесение поправок.

Для приведения имеющихся предложений/сделок по продаже/аренде объектов-аналогов к сопоставимому виду были внесены следующие поправки [62]:

- корректировка на дату предложения/сделки (с учетом инфляции [95]);
- корректировка на долю земельного участка в составе единого объекта недвижимости;
- корректировка на торг.

После приведения рыночной информации к единому формату, был проведен дополнительный анализ всей собранной рыночной информации по каждому из полученных сегментов по следующим критериям:

1. Проверка на выявление дублирующейся информации представленной в разных источниках (проводится анализ объектов по местоположению, общей площади, цене);

2. Полнота собранной рыночной информации (проверяется наличие достаточного количества собранной информации по большему количеству населенных пунктов);

3 Проверка на непротиворечивость данных об объекте (одинаковая размерность, правильность соотношений между ценообразующими факторами);

4. Проверка на наличие значений всех ценообразующих факторов у объектов аналогов (проверяется наличие информации по ценообразующим факторам).

После формирования совокупной выборки рыночных цен земельных участков и приведения данных к сопоставимому виду был осуществлен логический контроль: проверка данных на непротиворечивость и интерпретируемость, также были удалены некорректные данные, выбросы в значениях стоимостных показателей объектов недвижимости [76] и в значениях ценообразующих факторов. Недостоверная и противоречивая информация была определена и устранена посредством статистического анализа [62].

На следующем этапе для каждой группы земельных участков оценщиком была выдвинута гипотеза о составе факторов, включаемых в модель кадастровой оценки и о характере и степени влияния факторов на стоимость. После чего гипотеза была проверена на собранных эмпирических данных. Результатом описанных действий являются расчётные модели УПКС, а критерием подтверждения гипотезы выступает коэффициент детерминации R^2 [62].

Расчет кадастровой стоимости осуществляется путем умножения площади земельного участка на значение УПКС.

2.3 АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ГОСУДАРСТВЕННОЙ КАДАСТРОВОЙ ОЦЕНКИ ЗЕМЕЛЬНЫХ УЧАСТКОВ МАЛОЭТАЖНОЙ ЖИЛОЙ ЗАСТРОЙКИ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

2.3.1 ПРОВЕРКА ОДНОРОДНОСТИ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

Для корректного применения корреляционно-регрессионных методов при определении стоимости объекта оценки с учетом его отличий от аналогов по одному или нескольким влияющим факторам требуется подтверждение гипотезы нормальности выборочных данных о ценах аналогов [86]. Это обусловлено тем, что наличие оптимальных свойств у метода наименьших квадратов, применяемого при построении регрессионных зависимостей, тесно связано с нормальностью распределения выборки.

Исследование на нормальность распределения проводилось при помощи критерия χ^2 (“хи–квадрат”) [40], при использовании которого выдвигается гипотеза H_0 : выборочные данные получены из генеральной совокупности с известным законом распределения, альтернативной гипотезой является H_1 : выборочные данные получены из генеральной совокупности с другим законом распределения (таблица 2.4).

Таблица 2.4 – Проверка гипотезы о нормальном законе распределения

Наименование подгруппы	χ^2	$\chi^2_{крит}$	Проверка гипотезы о нормальном законе распределения
«Город Волгоград» (ГНП)	3,159	11,071	<p>Скорректированный удельный показатель рыночной цены, руб./кв.м</p>
«Города областного подчинения» (ГНП)	2,805	3,841	<p>Скорректированный удельный показатель рыночной цены, руб./кв.м</p>

Продолжение таблицы 2.4

Наименование подгруппы	χ^2	$\chi^2_{крит}$	Проверка гипотезы о нормальном законе распределения
«Остальные населенные пункты» (ГНП)	3,310	7,815	
Все ЗУ СНП	7,046	9,488	

Анализ данных показал, что $\chi^2 < \chi^2_{крит}$, следовательно, гипотеза нормальности распределения выборочных данных (H_0) подтверждается для всех исследуемых подгрупп.

2.3.2 ПРОВЕРКА ВАЛИДНОСТИ ОТБОРА ЦЕНООБРАЗУЮЩИХ ФАКТОРОВ И ДОСТАТОЧНОСТИ РЫНОЧНОЙ ИНФОРМАЦИИ

При построении моделей расчета удельных показателей кадастровой стоимости на основе анализа рынка земельных участков был составлен список ценообразующих факторов, которые необходимо включать в модели, и о характере и степени их влияния на стоимость (таблица 2.2.) [62].

Для анализа корректности результатов, представленных в таблице 2.2, было произведено оценивание степени их влияния и определение наиболее значимых факторов стоимости.

1. «Город Волгоград» (ГНП)

Для определения величины влияния факторов на скорректированный удельный показатель рыночной цены земельных участков используется коэффициент корреляции. При первичном исследовании данных выявлено, что факторы «Центральное электроснабжение», «Центральное газоснабжение», «Наличие поблизости малопривлекательных производственных объектов» следует исключить из анализа, т.к. значение данных показателей неизменно для всех земельных участков в выборке. Так, для факторов «Центральное электроснабжение» и «Центральное газоснабжение» для всех объектов установлено значение «да», «Наличие поблизости малопривлекательных производственных объектов» - «нет».

Величины коэффициентов корреляции определены при помощи надстройки Excel «Анализ данных – Корреляция». В таблице 2.5 представлены значения коэффициентов корреляции, отражающие статистическую взаимосвязь ценообразующих факторов (x_1, \dots, x_{13}) со скорректированным удельным показателем рыночной цены земельных участков (y) в порядке убывания степени влияния.

Таблица 2.5 – Значения коэффициентов корреляции для объектов I подгруппы

Ценообразующие факторы	Обозначение	Коэффициент корреляции
Расстояние от объекта до историко-культурного центра населенного пункта	x_1	-0,8
Расстояние от объекта до административного центра населённого пункта	x_2	-0,8
Близость к крупным объектам торговли (торговый центр, рынок, супермаркет)	x_3	-0,6
Расстояние от объекта до общественно-делового центра населенного пункта	x_4	-0,6
Расстояние до ближайшей из основных дорог города	x_5	-0,3
Центральное теплоснабжение	x_6	0,2
Близость к водным объектам	x_7	0,2
Нахождение объекта в зоне, неблагоприятной для строительства (подтопления, карстовые явления, подработки, оползни и т.д.)	x_8	-0,2
Расстояние до остановок общественного транспорта (в т.ч. автовокзалы, автостанции, автобусные остановки и т.п.)	x_9	-0,2

Продолжение таблицы 2.5

Ценообразующие факторы	Обозначение	Коэффициент корреляции
Расстояние до ближайших ж/д вокзала, станции, платформы	x_{10}	0,1
Близость к зонам рекреации (парк, пляж, лес, сквер, зеленая зона, бульвар)	x_{11}	0,1
Центральное водоснабжение	x_{12}	0,1
Центральная канализация	x_{13}	0,0

Однако нельзя исключать тот факт, что условием построения корректной регрессионной модели является условие линейной независимости факторов. Если это условие нарушается, то один из факторов может быть выражен через несколько других (полная коллинеарность). На практике полная коллинеарность встречается редко, гораздо чаще встречается ситуация, когда между факторами наблюдается высокая степень корреляции, и тогда говорят о наличии мультиколлинеарности факторов [1, 40]. Матрица парных линейных коэффициентов корреляции представлена на рисунке 2.3.

	y	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9	x10	x11	x12	x13
y	1.0													
x1	-0.8	1.0												
x2	-0.8	1.0	1.0											
x3	-0.6	0.6	0.6	1.0										
x4	-0.6	0.5	0.5	0.8	1.0									
x5	-0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	1.0								
x6	0.2	-0.3	-0.4	-0.3	-0.3	-0.2	1.0							
x7	0.2	-0.2	-0.2	-0.1	-0.2	-0.2	0.3	1.0						
x8	-0.2	0.1	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	-0.1	1.0					
x9	-0.2	0.2	0.2	0.3	0.2	0.1	-0.2	0.1	0.0	1.0				
x10	0.1	-0.1	-0.1	0.2	0.2	0.4	-0.2	-0.3	-0.3	0.3	1.0			
x11	0.1	-0.1	-0.1	-0.2	-0.1	-0.2	0.0	-0.1	0.2	-0.1	-0.3	1.0		
x12	0.1	-0.1	-0.1	-0.1	0.0	-0.2	0.1	0.1	0.0	0.0	-0.1	0.0	1.0	
x13	0.0	-0.1	-0.1	0.0	0.0	-0.1	0.4	0.1	-0.1	-0.3	0.0	0.0	0.3	1.0

Рисунок 2.3 - Матрица парных линейных коэффициентов корреляции объектов I подгруппы

Как видно из рисунка 2.3 значения коэффициентов линейной парной корреляции ряда факторов: x_1 и x_2 , x_3 и x_4 превысили 0,7. В этой связи был оставлен фактор x_1 , т.к. он имеет наименьшую тесноту связи с другими факторами. Аналогично из двух явно коллинеарных факторов x_4 и x_3 исключен фактор x_3 . Выявление значимых факторов стоимости проводилось с использованием шкалы Чеддока.

На основе проведенного анализа выявлено, что наиболее точно изменения скорректированного удельного показателя рыночной цены описывается следующими факторами:

- Расстояние от объекта до историко-культурного центра населенного пункта (x_1);
- Расстояние от объекта до общественно-делового центра населенного пункта (x_4);
- Расстояние до ближайшей из основных дорог города (x_5).

Следует отметить, что перечень факторов стоимости, полученный в результате анализа данных, соответствует перечню, представленному в отчете об оценке.

2. «Города областного подчинения» (ГПП)

В ходе исследований для данной подгруппы исключены из рассмотрения факторы «Центральное электроснабжение» (значение – «да»), «Расстояние от населенного пункта до центра муниципального района, городского округа» (значение – 0 км) и «Наличие поблизости малопривлекательных производственных объектов» (значение – «нет») по причине отсутствия различий в объектах по данным показателям.

Значения коэффициентов корреляции в порядке убывания степени влияния факторов стоимости на скорректированный удельный показатель рыночной цены земельных участков приведены в таблице 2.6.

Таблица 2.6 – Значения коэффициентов корреляции для объектов II подгруппы

Ценообразующие факторы	Обозначение	Коэффициент корреляции
Близость к крупным объектам торговли (торговый центр, рынок, супермаркет)	x_1	-0,6
Близость к зонам рекреации (парк, пляж, лес, сквер, зеленая зона, бульвар)	x_2	-0,5
Близость к водным объектам	x_3	-0,5
Нахождение объекта в зоне, неблагоприятной для строительства (подтопления, карстовые явления, подработки, оползни и т.д.)	x_4	-0,5
Расстояние от объекта до историко-культурного центра населенного пункта	x_5	-0,5

Продолжение таблицы 2.6

Ценообразующие факторы	Обозначение	Коэффициент корреляции
Расстояние до ближайших ж/д вокзала, станции, платформы	x ₆	-0,5
Расстояние от объекта до общественно-делового центра населенного пункта	x ₇	-0,4
Расстояние от объекта до административного центра НП	x ₈	-0,4
Расстояние до остановок общественного транспорта (в т.ч. автовокзалы, автостанции, автобусные остановки и т.п.)	x ₉	0,3
Расстояние от населенного пункта до столицы субъекта РФ	x ₁₀	-0,3
Код ГНП	x ₁₁	0,3
Центральное теплоснабжение	x ₁₂	-0,2
Центральное водоснабжение	x ₁₃	0,2
Численность населения в населенном пункте	x ₁₄	0,2
Численность населения в муниципальном районе, городском округе	x ₁₅	0,2
Центральное газоснабжение	x ₁₆	0,1
Центральная канализация	x ₁₇	0,1
Среднемесячная заработная плата в муниципальном районе, городском округе	x ₁₈	0,1
Наличие поблизости источников, представляющих собой действующую и потенциальную экологическую опасность, очаги возможных катастроф	x ₁₉	-0,1
Расстояние до ближайшей из основных дорог города	x ₂₀	0,0

Матрица парных линейных коэффициентов корреляции для объектов второй подгруппы представлена на рисунке 2.4.

	y	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9	x10	x11	x12	x13	x14	x15	x16	x17	x18	x19	x20
y	1.0																				
x1	-0.6	1.0																			
x2	-0.5	0.5	1.0																		
x3	-0.5	0.5	0.9	1.0																	
x4	-0.5	0.1	0.4	0.3	1.0																
x5	-0.5	0.8	0.2	0.1	0.0	1.0															
x6	-0.5	0.7	0.1	0.1	0.0	0.9	1.0														
x7	-0.4	0.8	0.2	0.1	0.0	1.0	0.9	1.0													
x8	-0.4	0.8	0.1	0.1	-0.1	1.0	0.9	1.0	1.0												
x9	0.3	0.1	0.1	-0.2	-0.4	0.3	0.1	0.3	0.3	1.0											
x10	-0.3	-0.2	0.3	0.4	0.6	-0.5	-0.5	-0.6	-0.6	-0.7	1.0										
x11	0.3	0.3	-0.3	-0.4	-0.5	0.6	0.5	0.6	0.6	0.7	-1.0	1.0									
x12	-0.2	0.3	0.1	0.2	0.3	0.3	0.3	0.4	0.3	-0.3	0.1	0.0	1.0								
x13	0.2	-0.5	-0.6	-0.7	-0.3	-0.1	0.1	-0.1	0.0	0.1	-0.3	0.2	-0.4	1.0							
x14	0.2	0.2	-0.3	-0.5	-0.3	0.6	0.5	0.7	0.7	0.7	-0.9	0.9	0.0	0.3	1.0						
x15	0.2	0.3	-0.3	-0.4	-0.3	0.6	0.5	0.7	0.7	0.7	-0.9	0.9	0.1	0.2	1.0	1.0					
x16	0.1	-0.5	0.1	0.2	0.3	-0.5	-0.4	-0.5	-0.6	-0.6	0.7	-0.7	0.3	-0.2	-0.7	-0.7	1.0				
x17	0.1	-0.3	-0.5	-0.5	-0.1	0.0	0.1	-0.1	0.0	-0.2	0.0	0.0	-0.2	0.6	0.1	0.0	0.2	1.0			
x18	0.1	0.5	0.2	0.3	-0.4	0.4	0.3	0.5	0.4	0.5	-0.6	0.6	0.3	-0.4	0.4	0.4	-0.3	-0.7	1.0		
x19	-0.1	0.1	-0.4	-0.4	0.0	0.6	0.5	0.6	0.5	0.0	-0.4	0.5	0.4	0.3	0.6	0.5	-0.1	0.5	-0.1	1.0	
x20	0.0	0.2	0.3	0.2	-0.3	0.0	0.0	-0.1	0.0	0.3	-0.2	0.1	-0.6	-0.1	-0.1	-0.2	-0.2	-0.1	0.2	-0.5	1.0

Рисунок 2.4 - Матрица парных линейных коэффициентов корреляции объектов II подгруппы

Критерии отбора значимых влияющих факторов аналогичны критериям, использованным при исследовании данных объектов I подгруппы.

Последовательный анализ коэффициентов корреляции показал, что перечень факторов, утвержденных в отчете об оценке, содержит фактологические ошибки, т.к. имеет место мультиколлинеарность факторов x_{11} и x_{16} (таблица 2.7).

Таблица 2.7 – Сопоставление результатов отбора ценообразующих факторов для объектов II подгруппы

Ценообразующие факторы (обозначение)	Источник информации	
	Отчет об оценке	Корреляционный анализ
X ₁	-	+
X ₂	-	+
X ₃	-	-
X ₄	-	+
X ₅	-	-
X ₆	-	-
X ₇	-	-
X ₈	+	-
X ₉	-	+
X ₁₀	-	-
X ₁₁	+	-
X ₁₂	-	-
X ₁₃	-	-
X ₁₄	-	-
X ₁₅	-	-
X ₁₆	+	-
X ₁₇	-	-
X ₁₈	-	-
X ₁₉	-	-
X ₂₀	+	-

3. «Остальные населенные пункты» (ГНП)

Для земельных участков данной подгруппы в ходе исследований из рассмотрения был исключен фактор «Центральное электроснабжение», имеющий значение – «да» для всех объектов обучающей выборки. Таким образом, в рамках корреляционного анализа происходит измерение степени влияния 22 факторов стоимости на скорректированный удельный показатель рыночной цены (таблица 2.8).

Таблица 2.8 – Значения коэффициентов корреляции для объектов III подгруппы

Ценообразующие факторы	Обозначение	Коэффициент корреляции
Код ГНП	x_1	0.8
Численность населения в населенном пункте	x_2	0.6
Нахождение объекта в зоне, неблагоприятной для строительства (подтопления, карстовые явления, подработки, оползни и т.д.)	x_3	-0.5
Расстояние от объекта до историко-культурного центра населенного пункта	x_4	-0.5
Расстояние от населенного пункта до столицы субъекта РФ	x_5	-0.4
Наличие поблизости источников, представляющих собой действующую и потенциальную экологическую опасность, очаги возможных катастроф	x_6	-0.3
Численность населения в муниципальном районе, городском округе	x_7	0.3
Наличие поблизости малопривлекательных производственных объектов (свалки, скотомогильники, отвалы пород)	x_8	-0.3
Близость к зонам рекреации (парк, пляж, лес, сквер, зеленая зона, бульвар)	x_9	-0.2
Среднемесячная заработная плата в муниципальном районе, городском округе	x_{10}	-0.2
Расстояние до остановок общественного транспорта (в т.ч. автовокзалы, автостанции, автобусные остановки и т.п.)	x_{11}	-0.2
Близость к водным объектам	x_{12}	-0.1
Расстояние от населенного пункта до центра муниципального района, городского округа	x_{13}	-0.1
Расстояние до ближайшей из основных дорог города	x_{14}	-0.1
Центральное газоснабжение	x_{15}	-0.1
Близость к крупным объектам торговли (торговый центр, рынок, супермаркет)	x_{16}	-0.1
Центральное водоснабжение	x_{17}	-0.1
Расстояние от объекта до административного центра НП	x_{18}	-0.1
Центральная канализация	x_{19}	0.0
Центральное теплоснабжение	x_{20}	0.0
Расстояние до ближайших ж/д вокзала, станции, платформы	x_{21}	0.0
Расстояние от объекта до общественно-делового центра населенного пункта	x_{22}	0.0

Матрица парных линейных коэффициентов корреляции, составленная для определения наличия мультиколлинеарности факторов объектов III подгруппы, представлена на рисунке 2.5.

	y	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9	x10	x11	x12	x13	x14	x15	x16	x17	x18	x19	x20	x21	x22
y	1.0																						
x1	0.8	1.0																					
x2	0.6	0.7	1.0																				
x3	-0.5	-0.5	-0.3	1.0																			
x4	-0.5	-0.2	0.3	0.1	1.0																		
x5	-0.4	-0.5	-0.2	0.3	-0.1	1.0																	
x6	-0.3	-0.3	-0.2	0.3	-0.1	0.4	1.0																
x7	0.3	0.4	0.4	-0.4	0.2	-0.6	-0.1	1.0															
x8	-0.3	-0.2	-0.1	0.6	0.1	0.0	0.2	-0.3	1.0														
x9	-0.2	-0.1	-0.2	0.2	0.6	-0.3	-0.1	0.0	0.4	1.0													
x10	-0.2	-0.2	0.0	0.1	0.3	0.0	0.0	0.1	-0.3	0.2	1.0												
x11	-0.2	-0.1	0.0	0.1	0.3	-0.1	0.0	0.1	0.1	0.3	0.2	1.0											
x12	-0.1	-0.1	-0.1	0.0	0.0	0.0	-0.3	0.3	0.4	0.2	0.3	0.1	1.0										
x13	-0.1	0.0	-0.5	-0.1	-0.2	-0.1	0.0	0.1	-0.2	0.0	0.1	-0.2	0.0	1.0									
x14	-0.1	0.0	-0.1	0.1	0.1	0.0	-0.1	-0.3	0.2	0.4	0.1	0.2	0.6	-0.1	1.0								
x15	-0.1	-0.1	-0.1	0.1	0.0	0.1	0.0	-0.1	0.1	-0.2	0.2	0.1	0.1	-0.1	0.1	1.0							
x16	-0.1	0.1	0.3	0.2	0.6	-0.1	-0.2	0.0	0.4	0.5	0.1	0.2	0.4	-0.2	0.3	-0.4	1.0						
x17	-0.1	-0.2	-0.2	0.0	0.0	0.0	-0.1	-0.2	0.0	0.1	-0.1	0.0	0.2	0.1	0.1	-0.1	-0.3	1.0					
x18	-0.1	0.1	0.3	0.1	0.8	0.0	-0.2	-0.1	0.4	0.6	-0.2	0.0	0.3	-0.2	0.3	-0.3	0.7	-0.1	1.0				
x19	0.0	-0.2	0.0	0.2	-0.1	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	-0.1	-0.2	-0.1	0.0	0.6	-0.1	1.0			
x20	0.0	-0.1	-0.1	0.0	0.1	-0.1	0.0	0.1	0.0	-0.2	0.0	0.1	-0.2	-0.1	-0.3	-0.1	-0.2	0.5	-0.3	0.7	1.0		
x21	0.0	0.1	0.1	-0.2	0.2	0.1	-0.2	-0.2	-0.1	0.3	-0.3	0.5	0.4	-0.4	0.5	0.0	0.1	0.4	0.0	0.1	0.1	1.0	
x22	0.0	0.2	0.3	0.1	0.8	-0.1	-0.1	0.1	0.2	0.6	-0.1	0.0	0.2	-0.1	0.3	-0.3	0.8	-0.3	0.8	-0.2	-0.4	-0.2	1.0

Рисунок 2.5 - Матрица парных линейных коэффициентов корреляции объектов III подгруппы

В результате исследования мультиколлинеарности факторов и тесноты их связи с основной переменной был определен перечень факторов, позволяющих построить адекватную статистическую модель. Следует отметить, что факторы, отобранные посредством применения корреляционного анализа, не подтверждают гипотезу, выдвинутую в отчете об оценке (таблица 2.9).

Таблица 2.9 – Сопоставление результатов отбора ценообразующих факторов для объектов III подгруппы

Ценообразующие факторы (обозначение)	Источник информации	
	Отчет об оценке	Корреляционный анализ
X ₁	+	+
X ₂	-	-
X ₃	-	+
X ₄	-	+
X ₅	-	+
X ₆	-	+
X ₇	-	+
X ₈	-	+
X ₉	-	-
X ₁₀	-	-
X ₁₁	-	-
X ₁₂	-	-
X ₁₃	-	-
X ₁₄	+	-
X ₁₅	-	-
X ₁₆	-	-
X ₁₇	+	-
X ₁₈	+	-
X ₁₉	-	-
X ₂₀	-	-
X ₂₁	-	-
X ₂₂	-	-

4. Все ЗУ СНП

На первом этапе анализа данных из рассмотрения был исключен фактор «Наличие в населенном пункте центрального электроснабжения» в связи с отсутствием дифференциации земельных участков по данному признаку, в связи с чем, оценивание степени влияния проводилось для 19 ценообразующих факторов (таблица 2.10).

Таблица 2.10 – Значения коэффициентов корреляции для объектов IV подгруппы

Ценообразующие факторы	Обозначение	Коэффициент корреляции
Численность населения в муниципальном районе, городском округе	x ₁	0.5
Расстояние от населенного пункта до столицы субъекта РФ	x ₂	-0.5
Расстояние от населенного пункта до ближайших ж/д вокзала, станции, платформы	x ₃	-0.4
Наличие в населенном пункте центрального газоснабжения	x ₄	0.4
Расстояние до ближайшей к населенному пункту дороги федерального значения	x ₅	-0.3
Наименование ближайшей к населенному пункту дороги федерального значения	x ₆	-0.3
Расстояние от населенного пункта до центра муниципального района, городского округа	x ₇	-0.3
Наличие в населенном пункте общеобразовательной школы	x ₈	-0.3
Среднемесячная заработная плата в муниципальном районе, городском округе	x ₉	0.3
Наличие в населенном пункте магазина	x ₁₀	-0.2
Наличие в сельском населенном пункте дороги с твердым покрытием	x ₁₁	0.1
Наличие в населенном пункте центрального водоснабжения	x ₁₂	0.1
Численность населения в населенном пункте	x ₁₃	0.1
Наличие в населенном пункте центральной канализации	x ₁₄	0.1
Наличие в населенном пункте или вблизи (до 1 км) водного объекта	x ₁₅	-0.1
Наличие в населенном пункте центрального теплоснабжения	x ₁₆	0.1
Код района	x ₁₇	0.1
Статус НП	x ₁₈	0.0
Наличие в населенном пункте или вблизи (до 1 км) остановок общественного транспорта	x ₁₉	0.0

Анализ матрицы парных линейных коэффициентов корреляции (рис. 2.6) показал, что гипотеза о включении в модель факторов «Код района» и «Статус

НП», выдвинутая в отчете об оценке, не может быть подтверждена в силу наличия мультиколлинеарности.

	y	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9	x10	x11	x12	x13	x14	x15	x16	x17	x18	x19
y	1.0																			
x1	0.5	1.0																		
x2	-0.5	-0.6	1.0																	
x3	-0.4	-0.5	0.4	1.0																
x4	0.4	0.0	-0.1	-0.3	1.0															
x5	-0.3	-0.3	0.4	0.4	-0.3	1.0														
x6	-0.3	-0.3	0.2	0.4	-0.1	0.0	1.0													
x7	-0.3	0.1	0.1	0.4	-0.4	0.1	0.2	1.0												
x8	-0.3	-0.4	0.3	0.4	-0.1	0.3	0.3	0.3	1.0											
x9	0.3	0.4	-0.4	-0.7	0.1	-0.3	-0.5	-0.1	-0.3	1.0										
x10	-0.2	-0.2	0.3	0.2	-0.1	0.2	0.2	0.2	0.5	-0.1	1.0									
x11	0.1	0.0	0.2	-0.2	0.1	0.0	0.1	0.0	0.3	0.1	0.3	1.0								
x12	0.1	0.0	0.1	0.2	0.0	-0.1	0.3	0.2	0.3	-0.1	0.1	0.1	1.0							
x13	0.1	-0.3	0.3	0.1	0.1	0.1	0.1	-0.1	0.4	-0.2	0.3	0.3	0.3	1.0						
x14	0.1	0.0	-0.1	-0.2	0.2	0.0	-0.1	0.0	0.2	0.3	0.1	0.2	0.3	0.4	1.0					
x15	-0.1	-0.4	0.1	0.2	0.0	-0.1	0.1	-0.2	0.2	0.0	0.3	0.1	-0.2	0.2	0.0	1.0				
x16	0.1	0.0	0.0	-0.1	0.1	-0.2	0.0	0.0	0.3	0.2	0.1	0.2	0.2	0.5	0.7	0.1	1.0			
x17	0.1	0.5	-0.4	-0.3	0.1	-0.3	-0.1	0.0	-0.5	0.3	-0.3	-0.1	-0.3	-0.6	-0.3	-0.1	-0.4	1.0		
x18	0.0	0.5	-0.4	-0.3	0.1	-0.3	-0.2	0.0	-0.5	0.3	-0.3	-0.1	-0.3	-0.6	-0.3	-0.1	-0.4	1.0	1.0	
x19	0.0	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.1	-0.1	-0.1	0.1	0.0	0.2	-0.2	0.2	0.1	0.2	-0.1	0.2	-0.2	-0.2	1.0

Рисунок 2.6 - Матрица парных линейных коэффициентов корреляции объектов IV подгруппы

В таблице 2.11 приведен перечень ценообразующих факторов, утвержденный для объектов IV подгруппы и определенный посредством корреляционного анализа данных.

Таблица 2.11 – Сопоставление результатов отбора ценообразующих факторов для объектов IV подгруппы

Ценообразующие факторы (обозначение)	Источник информации	
	Отчет об оценке	Корреляционный анализ
X ₁	-	+
X ₂	+	+
X ₃	-	-
X ₄	+	+
X ₅	-	+
X ₆	-	+
X ₇	+	+
X ₈	-	+
X ₉	-	+
X ₁₀	-	-
X ₁₁	+	-
X ₁₂	-	-
X ₁₃	+	-
X ₁₄	-	-
X ₁₅	-	-
X ₁₆	-	-
X ₁₇	+	-
X ₁₈	+	-
X ₁₉	-	-

Значимость корректного определения состава факторов стоимости заключается еще и в том, что для получения достаточно надежных оценок

параметров при построении регрессионных моделей желательно, чтобы количество наблюдений превышало количество определяемых параметров не менее чем в 6–7 раз [105]. Таким образом, рыночная информация считается достаточной, если объем выборки составляет не менее $6(m+1)$, где m - количество факторов стоимости, отобранных для построения моделей расчета. Данные о соответствии обучающих выборок условию достаточности рыночной информации представлены в таблице 2.12.

Таблица 2.12 – Проверка достаточности рыночной информации

Наименование подгруппы	Источник информации	Количество факторов	Достаточный объем выборки, шт.	Количество земельных участков в обучающей выборке, шт.	Примечание
«Город Волгоград» (ГНП)	Отчет об оценке	3	24	116	достаточно
	Корреляционный анализ	3	24		
«Города областного подчинения» (ГНП)	Отчет об оценке	4	30	21	недостаточно
	Корреляционный анализ	4	30		
«Остальные населенные пункты» (ГНП)	Отчет об оценке	4	30	79	достаточно
	Корреляционный анализ	7	48		
Все ЗУ СНП	Отчет об оценке	7	48	103	достаточно
	Корреляционный анализ	8	54		

Исходя из выше изложенного видно, что обучающая выборка земельных участков второй подгруппы не удовлетворяет условиям достаточности рыночной информации при данном наборе ценообразующих факторов.

2.3.3 АНАЛИЗ КАЧЕСТВА РЕГРЕССИОННЫХ МОДЕЛЕЙ

Согласно требованиям методических указаний анализ качества построенных моделей выполняется на обучающей и контрольной выборках [55]. В таблице 2.13 приведена информация о моделях, утвержденных в отчете об оценке.

Таблица 2.13 – Регрессионные модели определения кадастровой стоимости земельных участков [62]

Наименование подгруппы	Вид модели	Уравнение, описывающее модель
«Город Волгоград» (ГНП)	Экспоненциальная	$\text{УПКС} = \text{EXP}(7.65579650731533 + (-0.0000255538045210493) * \text{Расстояние от объекта до историко-культурного центра населенного пункта} + (-0.000060509790891008) * \text{Расстояние от объекта до общественно-делового центра населенного пункта} + (-0.00000355206816416148) * \text{Расстояние до ближайшей из основных дорог города})$
«Города областного подчинения» (ГНП)	Экспоненциальная	$\text{УПКС} = \text{EXP}(6.37505777005534 + (-0.0000716056268710087) * \text{Расстояние от объекта до административного центра НП} + (-0.00000233973713695075) * \text{Расстояние до ближайшей из основных дорог города} + 0.145302957392943 * \text{Централизованное газоснабжение} + 0.0923914856059573 * \text{Код ГНП})$
«Остальные населенные пункты» (ГНП)	Экспоненциальная	$\text{УПКС} = \text{EXP}(5.11052826402431 + (-0.0000549031459815623) * \text{Расстояние от объекта до административного центра населенного пункта} + (-0.0000318971815861744) * \text{Расстояние до ближайшей из основных дорог города} + 0.187463142509691 * \text{Централизованное водоснабжение} + 0.246458594735372 * \text{Код ГНП})$
Все ЗУ СНП	Экспоненциальная	$\text{УПКС} = \text{EXP}(3.4409876910095 + 0.281003633305755 * \text{Код района} + 0.000105102057000913 * \text{Численность населения в населенном пункте} + (-0.00131141961727498) * \text{Расстояние от населенного пункта до столицы субъекта РФ} + (-0.00466838495477892) * \text{Расстояние от населенного пункта до центра муниципального района, городского округа} + 0.200469706376192 * \text{Наличие в населенном пункте центрального газоснабжения} + 0.291739409922948 * \text{Наличие в сельском населенном пункте дороги с твердым покрытием} + (-0.0594923203608535) * \text{Статус НП})$

В ходе исследований для обучающих и контрольных выборок земельных участков каждой подгруппы были рассчитаны показатели, позволяющие оценить качество представленных моделей (таблица 2.14).

Таблица 2.14 – Оценка качества экспоненциальных моделей

Наименование подгруппы	Выборка	Коэффициент детерминации	Минимальное значение ошибки аппроксимации, %	Максимальное значение ошибки аппроксимации, %	Средняя относительная погрешность, %
«Город Волгоград» (ГНП)	Обучающая	0,63	0	28	12
	Контрольная	0,90	27	31	29
«Города областного подчинения» (ГНП)	Обучающая	0,70	0	23	7
	Контрольная	0,10	2	19	9
«Остальные населенные пункты» (ГНП)	Обучающая	0,78	1	45	16
	Контрольная	0,57	31	35	33
Все ЗУ СНП	Обучающая	-0,09	1	108	31
	Контрольная	-0,86	4	72	43

Анализ результатов показал, что ни одна из моделей, построенных на основании обучающих выборок, утвержденных в отчете об оценке, не может быть использована для определения кадастровой стоимости земель малоэтажной жилой застройки Волгоградской области по причине отклонения параметров оценки точности моделей от допустимых значений, представленных в таблице 2.1. Следует отметить, что отрицательное значение коэффициента детерминации свидетельствует о крайней неадекватности модели IV подгруппы, т.к. простое среднее приближает лучше.

2.3.4 АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ НА НАЛИЧИЕ АВТОКОРРЕЛЯЦИИ

В качестве исходных данных для построения моделей расчета кадастровой стоимости выступают значения рыночной цены земельных участков, которые принимаются независимыми. Однако последнее утверждение не подвергается анализу и требует рассмотрения в каждом конкретном случае оценки.


В рамках исследования было сформулировано предположение о наличии взаимной зависимости значений рыночной цены земельных участков, расположенных вблизи друг от друга [88]. Для проверки указанного

предположения были оценены зависимости коэффициента корреляции от расстояния между участками для 4 исследуемых подгрупп (таблица 2.15).

Таблица 2.15 – Проверка исходных данных на наличие автокорреляции

Наименование подгруппы	График зависимости коэффициента корреляции от расстояния между участками	Ориентировочный радиус влияния, м																								
«Город Волгоград» (ГНП)	<table border="1"> <caption>Данные для графика «Город Волгоград» (ГНП)</caption> <thead> <tr> <th>Расстояние, м</th> <th>Коэффициент корреляции</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>0.72</td></tr> <tr><td>5000</td><td>0.52</td></tr> <tr><td>10000</td><td>0.48</td></tr> <tr><td>15000</td><td>0.32</td></tr> <tr><td>20000</td><td>0.12</td></tr> <tr><td>25000</td><td>0.02</td></tr> <tr><td>30000</td><td>-0.08</td></tr> <tr><td>40000</td><td>-0.15</td></tr> </tbody> </table>	Расстояние, м	Коэффициент корреляции	0	0.72	5000	0.52	10000	0.48	15000	0.32	20000	0.12	25000	0.02	30000	-0.08	40000	-0.15	25000						
Расстояние, м	Коэффициент корреляции																									
0	0.72																									
5000	0.52																									
10000	0.48																									
15000	0.32																									
20000	0.12																									
25000	0.02																									
30000	-0.08																									
40000	-0.15																									
«Города областного подчинения» (ГНП)	<table border="1"> <caption>Данные для графика «Города областного подчинения» (ГНП)</caption> <thead> <tr> <th>Расстояние, м</th> <th>Коэффициент корреляции</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>0.70</td></tr> <tr><td>20000</td><td>0.20</td></tr> <tr><td>50000</td><td>-0.05</td></tr> <tr><td>100000</td><td>-0.12</td></tr> <tr><td>150000</td><td>-0.15</td></tr> <tr><td>200000</td><td>-0.16</td></tr> <tr><td>250000</td><td>-0.17</td></tr> <tr><td>300000</td><td>-0.18</td></tr> </tbody> </table>	Расстояние, м	Коэффициент корреляции	0	0.70	20000	0.20	50000	-0.05	100000	-0.12	150000	-0.15	200000	-0.16	250000	-0.17	300000	-0.18	7000						
Расстояние, м	Коэффициент корреляции																									
0	0.70																									
20000	0.20																									
50000	-0.05																									
100000	-0.12																									
150000	-0.15																									
200000	-0.16																									
250000	-0.17																									
300000	-0.18																									
«Остальные населенные пункты» (ГНП)	<table border="1"> <caption>Данные для графика «Остальные населенные пункты» (ГНП)</caption> <thead> <tr> <th>Расстояние, м</th> <th>Коэффициент корреляции</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>0.72</td></tr> <tr><td>20000</td><td>0.48</td></tr> <tr><td>40000</td><td>0.25</td></tr> <tr><td>60000</td><td>0.02</td></tr> <tr><td>100000</td><td>-0.05</td></tr> <tr><td>150000</td><td>-0.08</td></tr> <tr><td>200000</td><td>-0.10</td></tr> <tr><td>250000</td><td>-0.11</td></tr> <tr><td>300000</td><td>-0.12</td></tr> <tr><td>350000</td><td>-0.13</td></tr> <tr><td>400000</td><td>-0.15</td></tr> </tbody> </table>	Расстояние, м	Коэффициент корреляции	0	0.72	20000	0.48	40000	0.25	60000	0.02	100000	-0.05	150000	-0.08	200000	-0.10	250000	-0.11	300000	-0.12	350000	-0.13	400000	-0.15	51000
Расстояние, м	Коэффициент корреляции																									
0	0.72																									
20000	0.48																									
40000	0.25																									
60000	0.02																									
100000	-0.05																									
150000	-0.08																									
200000	-0.10																									
250000	-0.11																									
300000	-0.12																									
350000	-0.13																									
400000	-0.15																									

Продолжение таблицы 2.15

Наименование подгруппы	График зависимости коэффициента корреляции от расстояния между участками	Ориентировочный радиус влияния, м																
Все ЗУ СНП	 <table border="1" data-bbox="451 297 1217 730"> <caption>Данные для графика зависимости коэффициента корреляции от расстояния</caption> <thead> <tr> <th>Расстояние, м</th> <th>Коэффициент корреляции</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>0.65</td></tr> <tr><td>10000</td><td>0.35</td></tr> <tr><td>20000</td><td>0.05</td></tr> <tr><td>50000</td><td>-0.05</td></tr> <tr><td>100000</td><td>-0.05</td></tr> <tr><td>200000</td><td>-0.12</td></tr> <tr><td>300000</td><td>-0.15</td></tr> </tbody> </table>	Расстояние, м	Коэффициент корреляции	0	0.65	10000	0.35	20000	0.05	50000	-0.05	100000	-0.05	200000	-0.12	300000	-0.15	19000
Расстояние, м	Коэффициент корреляции																	
0	0.65																	
10000	0.35																	
20000	0.05																	
50000	-0.05																	
100000	-0.05																	
200000	-0.12																	
300000	-0.15																	

Анализ полученных результатов позволил выявить наличие пространственной автокорреляции в значениях рыночных цен земельных участков малоэтажной жилой застройки Волгоградской области, что отрицательно сказывается на результатах регрессионного моделирования.

2.4 ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ 2

Для определения корректности применения статистических методов в оценке кадастровой стоимости земельных участков малоэтажной жилой застройки населенных пунктов в качестве предмета исследования были выбраны результаты ГКО земель населённых пунктов Волгоградской области как наиболее актуальные на дату проведения исследований.

В ходе анализа адекватности регрессионных моделей, утвержденных в отчете об оценке, было выявлено, что модели имеют низкое качество и непригодны для определения кадастровой стоимости земельных участков. Это вызвано рядом недостатков действующей методики [77]:

1. Отсутствие документов, регламентирующих состав ценообразующих факторов, а также единой методики их отбора приводит к субъективности определения перечня факторов стоимости оценочными организациями. Результаты исследований показали, что факторы, отобранные исполнителем, не

всегда тесно связаны с результирующей переменной, а в некоторых случаях – мультиколлинеарны.

2. Отсутствие требований к объему обучающей выборки приводит к построению моделей в условиях нехватки исходных данных.

3. Игнорирование наличия автокорреляции в исходных данных приводит к нестабильным оценкам параметров регрессионных моделей и, как следствие, к ухудшению их прогнозных качеств [81].

Таким образом, полученные результаты приводят к пониманию того, что необходимо использовать более точный метод кадастровой оценки земель населенных пунктов малоэтажной жилой застройки, свободный от выявленных недостатков [80].

ГЛАВА 3 ВЫБОР МЕТОДА ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ИНТЕРПОЛЯЦИИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ МАССОВОЙ КАДАСТРОВОЙ ОЦЕНКИ ЗЕМЕЛЬНЫХ УЧАСТКОВ МАЛОЭТАЖНОЙ ЖИЛОЙ ЗАСТРОЙКИ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ

3.1 ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ИНТЕРПОЛЯЦИОННОГО ПОДХОДА К ОЦЕНКЕ КАДАСТРОВОЙ СТОИМОСТИ ЗЕМЕЛЬНЫХ УЧАСТКОВ

Анализ результатов ГКО земельных участков малоэтажной жилой застройки населенных пунктов Волгоградской области, представленный в п. 2.3 гл. 2, показал, что точность регрессионных моделей не удовлетворяет заявленным требованиям и применение методов традиционной статистики при данных условиях невозможно. Помимо всех выделенных недостатков следует отметить, что достаточно большое значение ошибки аппроксимации свидетельствует о трудности или даже невозможности выполнения таких требований по созданию регрессионных моделей как: наличие хотя бы теоретической возможности бесконечного повторения реализаций; независимость исходных данных [26]. Это вызвано тем, что рыночная цена земельных участков является переменной с координатной привязкой (пространственной переменной) [51], а пространственная переменная не удовлетворяет ни одному из вышеперечисленных условий.

Согласно действующей методике кадастровой оценки земельных участков малоэтажной жилой застройки населенных пунктов основной задачей получения регрессионных зависимостей является определение значений стоимостей земельных участков вне точек, где имеются исходные данные [55]. Решение этой же задачи возможно путем использования более приемлемого в условиях пространственно-распределенных исходных данных метода пространственной интерполяции [79]. Существует две основные группы методов интерполяции: детерминированные и геостатистические.

Методы детерминированной интерполяции создают поверхности из измеренных точек, основываясь или на степени схожести (обратные взвешенные расстояния), или уровне сглаживания (радиальные базисные функции). Геостатистические методы интерполяции используют статистические свойства измеренных точек. Геостатистические методы измеряют пространственную автокорреляцию в измеренных точках и рассчитывают пространственную конфигурацию опорных точек вокруг интерполируемого местоположения [26].

3.2 АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ ДЕТЕРМИНИСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ИНТЕРПОЛЯЦИИ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ КАДАСТРОВОЙ ОЦЕНКИ ЗЕМЕЛЬ МАЛОЭТАЖНОЙ ЖИЛОЙ ЗАСТРОЙКИ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ

Детерминистические методы интерполяции предполагают наличие заданной аналитической зависимости между значениями функции в пространстве [27]. Эти методы популярны из-за простоты вычисления оценки по заданной параметрической формуле. Однако детерминистические интерполяторы имеют ряд недостатков:

1. Они не всегда предоставляют возможность характеризовать качество оценки;
2. Настройка параметров часто не предполагается или производится скрыто от пользователя;
3. Многие методы пренебрегают пространственной корреляцией.

Существует четыре основных подхода к детерминистической интерполяции: линейные модели, полиномиальные модели, обратных расстояний и модели базисных функций [66].

1. Линейная интерполяционная модель.

В основе модели лежит предположение о том, что между пунктами измерений значения пространственной переменной меняются по закону, который аппроксимируется прямой линией. В двумерном пространстве линейная интерполяция выполняется внутри треугольника, образованного тремя пунктами наблюдений, не лежащими на одной прямой.

По данным в вершинах треугольника определяется уравнение плоскости (3.1) [66]:

$$\varphi = ax + by + c, \quad (3.1)$$

где φ – измеренное значение пространственной переменной; x, y – координаты пункта наблюдений; a, b, c – коэффициенты.

Уравнение позволяет вычислять интерполированное значение в любой точке с заданными координатами x и y внутри треугольника. Если имеется много пунктов наблюдений, то охваченная ими площадь разбивается на несколько треугольников и в каждом из них рассчитывается свое интерполяционное уравнение (3.1).

Следует отметить, что применение данного подхода для целей кадастровой оценки земельных участков малоэтажной жилой застройки населенных пунктов подразумевает то, что на кадастровую стоимость земельных участков, расположенных внутри каждого образованного треугольника не влияют рыночные цены земельных участков, находящихся за его пределами. Также одним из недостатков данного метода является то, что его применение не предполагает определение размера области поиска, в связи с чем, длины сторон треугольника могут выходить за пределы зоны влияния исходных данных на значение оценки [26].

В качестве иллюстрации недостатков линейной интерполяционной модели был проведен анализ зависимости УПКС земельных участков от местоположения. Для этого из выборки земельных участков I подгруппы (см. п. 2.2-2.3 гл. 2) было выбрано три произвольных земельных участка, расположенных в г. Волгограде и построен треугольник, по которому были оценены значения УПКС всех земельных участков малоэтажной жилой застройки, центр которых попадает внутрь образованного полигона (рисунок 3.1).



Рисунок 3.1 - Построение полигона для применения метода линейной интерполяции

Для определения значений коэффициентов уравнения (3.1) для данной плоскости была решена система уравнений (3.2):

$$\begin{cases} 468992.63 \cdot a + 1400845.76 \cdot b + c = 1255.54 \\ 469120.16 \cdot a + 1401089.70 \cdot b + c = 1234.26 \\ 468870.39 \cdot a + 1400921.43 \cdot b + c = 1076.79 \end{cases} \quad (3.2)$$

Следует отметить, что координаты земельных участков с известными значениями рыночной цены представлены в МСК-34 (Волгоградской области). Решение системы дает коэффициенты: $a = 1.06396336$; $b = -0.64346662$; $c = 403662.05156671$. Следовательно, интерполяционная модель описывается формулой (3.3):

$$УПКС = 1.06396336 \cdot x - 0.64346662 \cdot y + 403662.05156671 \quad (3.3)$$

В результате вычислений была построена модель линейной интерполяции (рисунок 3.2).

Анализ результатов моделирования, кроме подтверждения упомянутых ранее недостатков, позволил выявить ряд новых:

- Максимальные и минимальные значения УПКС достигаются только в точках с известными значениями рыночной цены, в то время как пункты измерения могут не являться точками минимума и максимума функции на некотором промежутке.

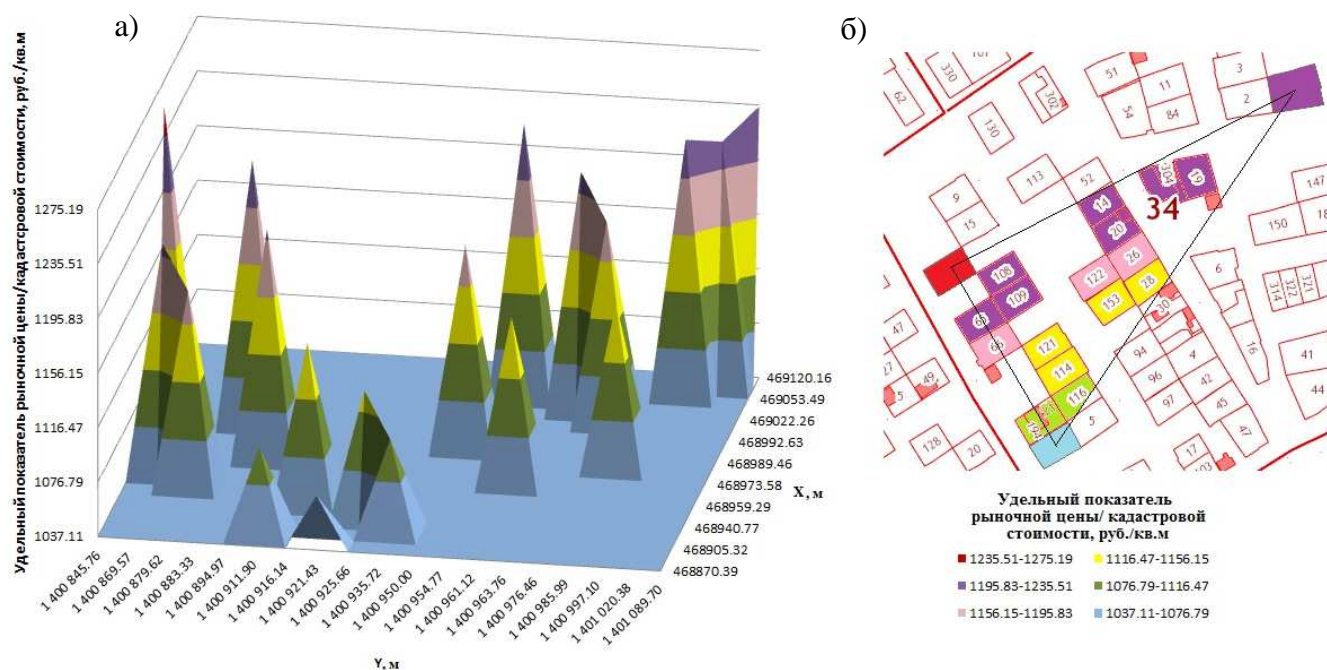


Рисунок 3.2 - Линейная интерполяционная модель кадастровой оценки земельных участков малоэтажной жилой застройки г. Волгограда: а) - в пространстве; б) – на плоскости.

В подтверждение утверждения о необязательном совпадении экстремумов с точками измерений методом линейной интерполяции была проведена оценка земельных участков г. Волгограда с известными значениями удельного показателя рыночной цены (рисунок 3.3).

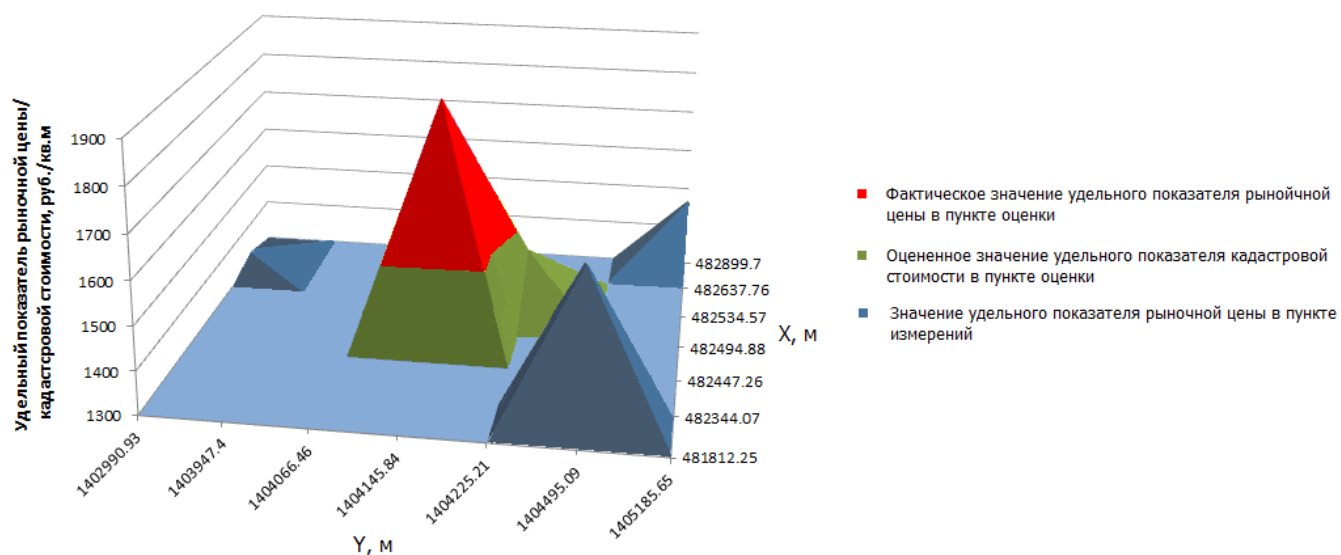


Рисунок 3.3 - Сопоставление результатов моделирования методом линейной интерполяции с фактическими данными

Таким образом, было выявлено, что построенная интерполяционная модель неадекватно отражает реальную ситуацию распределения кадастровой стоимости земельных участков малоэтажной жилой застройки г. Волгограда [78].

- Метод линейной интерполяции точно воспроизводит значения в выборочных точках, то есть является точным интерполятором, в связи с чем, отсутствует возможность оценить точность построенной модели по обучающей выборке.

- Данный подход дает возможность учесть значения координат земельных участков при моделировании, но при этом не рассматривает наличие пространственной автокорреляции в исходных данных.

2. Полиномиальные модели.

Данный подход включает в себя две группы методов: метод глобальных полиномов и метод локальных полиномов, которые в свою очередь являются нежесткими интерполяторами. Нежесткий интерполятор в опорной точке дает значение, отличное от измеренного и позволяет избежать острых пиков или впадин на результирующей поверхности [27].

- Интерполяция по методу глобального полинома подбирает к входным опорным точкам сглаженную поверхность, определяемую математической функцией (полиномом). Поверхность глобального полинома постепенно изменяется и характеризует грубую структуру в данных [27]. На практике данный метод используется для оценки пространственного тренда в данных, он не пытается предсказать неизвестные значения переменной и теряет детальную локальную информацию, содержащуюся в данных. Уравнение глобальной полиномиальной модели строится с использованием метода наименьших квадратов на основе всех входных данных (окрестность поиска не применяется), и метод считается глобальным и сглаживающим интерполятором [42]. Таким образом, глобальный полиномиальный метод скорее относится к аппроксиматорам.

Обычно на практике для двумерного случая используют один из следующих типов полиномов:

1. Плоскость. Описывается формулой (3.4) [26]:

$$P_1(x, y) = a + bx + cy, \quad (3.4)$$

где P_1 – полином 1-ой степени; x, y – координаты пункта наблюдений; a, b, c – коэффициенты.

2. Квадратичный. Определяется по уравнению (3.5) [26]:

$$P_2(x, y) = a + bx + cy + dxy + ex^2 + fy^2, \quad (3.5)$$

где P_2 – полином 2-ой степени; a, b, c, d, e, f – коэффициенты.

3. Кубический. Выражается формулой (3.6) [26]:

$$P_3(x, y) = a + bx + cy + dxy + ex^2 + fy^2 + gx^2y + hxy^2 + ix^3 + jy^3, \quad (3.6)$$

где P_3 – полином 3-ей степени; $a, b, c, d, e, f, g, h, i, j$ – коэффициенты.

Теоретически можно использовать и полиномы более высокого порядка. Однако следует отметить, что чем более сложный полином, тем труднее приписать ему физический смысл.

- Принципиальное отличие метода локальных полиномов заключается в том, что поиск коэффициентов производится только на основе данных, попавших в зону поиска. Окрестность поиска можно определить, используя размер и форму, количество соседей и конфигурацию сектора.

Однако интерполяция по методу локальных полиномов опирается на следующие допущения:

- образцы отбираются по регулярной сетке, то есть через равные расстояния;

- значения данных в окрестности поиска нормально распределены.

На практике большинство наборов данных не соответствуют этим допущениям.

В рамках исследования построение полиномиальных моделей проводилось для выборочной сети I подгруппы, т. к. она имеет большее количество земельных участков в выборке (см. п. 2.2-2.3 гл. 2). Для определения степени полинома был проведен анализ тренда выборочных данных о значениях удельных показателей

рыночных цен земельных участков и выявлено, что распределение лучшим образом описывается полиномом 3 порядка (рисунок 3.4).

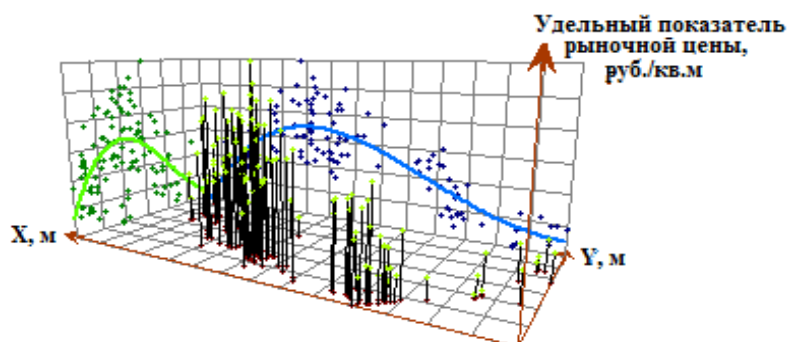


Рисунок 3.4 - Анализ тренда выборки рыночных данных I подгруппы

Для получения наиболее достоверных результатов область поиска для метода локальных полиномов была выбрана с учетом данных пространственной автокорреляции (таблица 2.15), размер полуоси области поиска соответствует радиусу влияния и составляет 25 км.

Анализ результатов моделирования, представленных на рисунке 3.5, показал, что обе модели неадекватно отражают распределение УПКС земельных участков малоэтажной жилой застройки по территории г. Волгограда, при средней относительной погрешности в 14%. Ошибка аппроксимации интерполяционной модели по методу глобальных полиномов в некоторых точках достигла 40-41%, по методу локальных полиномов – 50-57%.

Достаточно большое значение ошибки аппроксимации в первом случае вызвано тем, что поверхность глобального полинома характеризует грубую структуру в данных, оценивание производится без учета радиуса влияния по всей исследуемой поверхности. Однако применение данного метода позволило выявить глобальный тренд. Его существование объясняется тем, что в г. Волгограде, как было описано ранее (см. п.2.3.2 гл. 2), наибольшее влияние на кадастровую стоимость земельных участков малоэтажной жилой застройки оказывает фактор удаленности объекта от историко-культурного центра населенного пункта (таблица 2.5). Соответственно вытянутость зон различных ценовых категорий объясняется не только конфигурацией населенного пункта, но

и тем, что историко-культурный центр г. Волгограда имеет схожую структуру и расположен в зоне с максимальными значениями УПКС [32].

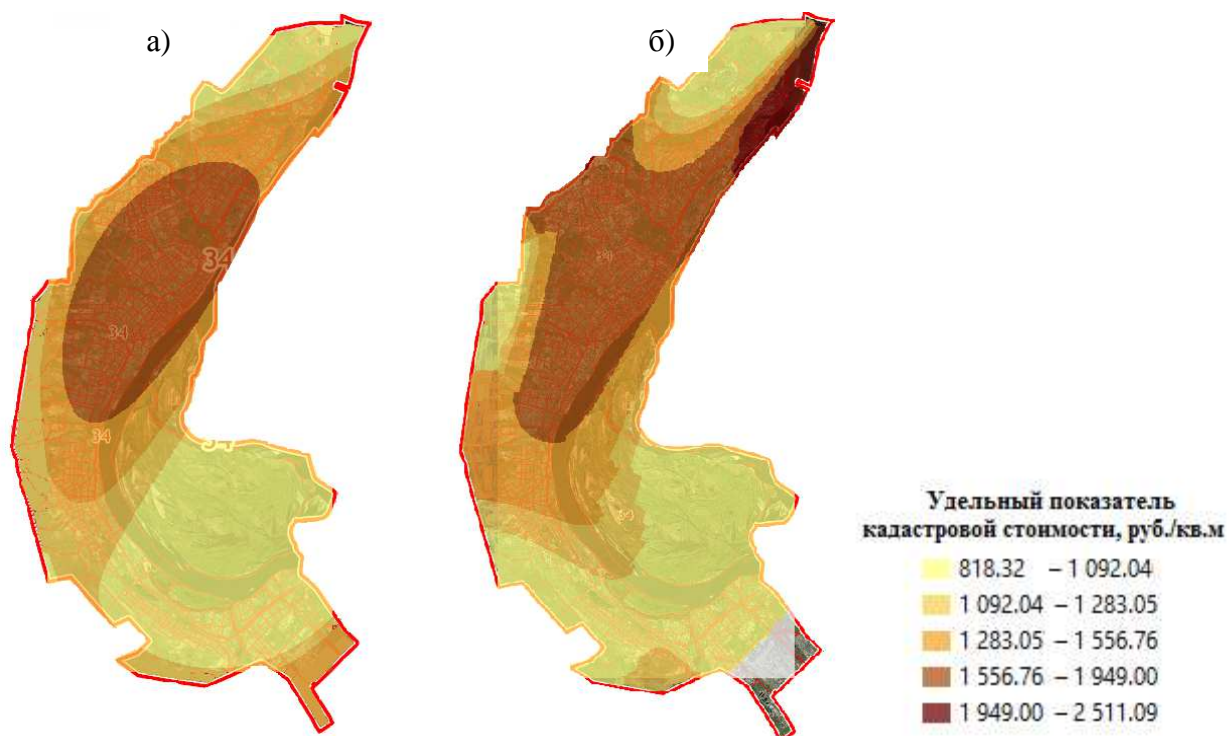


Рисунок 3.5 - Карта проинтерполированных значений: а) - метод глобальных полиномов; б) – метод локальных полиномов

Неадекватность интерполяционной модели, построенной по методу локальных полиномов, обусловлена тем, что в ней не выполняются требования, предъявляемые к исходной выборке: сеть мониторинга не является регулярной (рисунок 3.6).

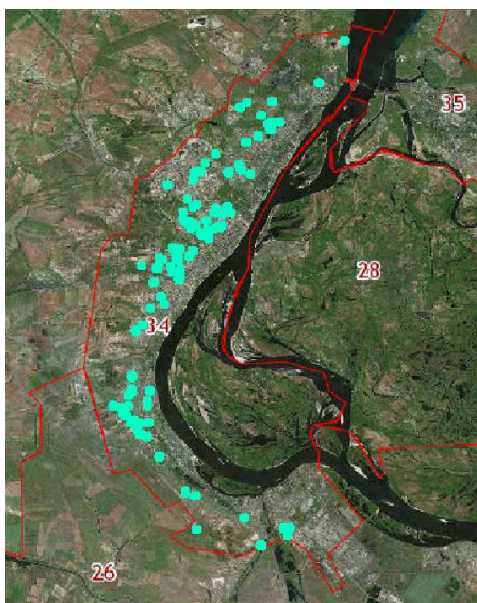


Рисунок 3.6 - Распределение земельных участков I подгруппы по территории г. Волгограда

Кроме того, к недостаткам рассмотренного подхода можно отнести то, что он не учитывает наличие взаимозависимости в значениях рыночных цен земельных участков малоэтажной жилой застройки населенных пунктов Волгоградской области.

3. Метод обратных (взвешенных) расстояний.

В основу модели положена идея о том, что влияние измерений убывает обратно пропорционально квадрату расстояния r от пункта измерения, поэтому модель часто называют потенциальной. Интерполированное значение φ в каждой точке находят как средневзвешенное из измеренных значений в соседних пунктах n и вычисляется по формуле (3.7) [66]:

$$\varphi = \sum_{i=1}^n \frac{\varphi_i}{r^2} : \sum_{i=1}^n \frac{1}{r^2}, \quad (3.7)$$

где φ_i – измеренное значение в i -ом пункте, руб./кв. м; n – количество пунктов измерений; r – расстояние от пункта измерения, м.

Для прогнозирования берут три-пять ближайших пунктов измерений или ограничиваются каким-то произвольным радиусом R . В расчет принимают все пункты измерений в пределах этого радиуса. За пределами радиуса влияние измеренных значений не учитывается [66].

Для проверки возможностей использования метода обратных взвешенных расстояний для целей интерполирования, было выполнено оценивание 7-ми земельных участков малоэтажной жилой застройки, расположенных в г. Волгограде. Для этого область оценивания была задана четырехугольником, а в расчётах УПКС были учтены данные по 4-ем пунктам измерений, расположенным в его вершинах, принадлежащим обучающей выборке I подгруппы. С целью проверки адекватности построенной модели оценивание проводилось для участков с известными значениями рыночной цены, так же принадлежащим обучающей выборке I подгруппы.

Анализ результатов показал, что метод обратных взвешенных расстояний аналогично методу линейной интерполяции характеризуется тем, что минимальные и максимальные значения УПКС для построенной модели

достигаются исключительно в вершинах четырехугольника, что и является основным недостатком метода обратных расстояний [66].

Для оценки адекватности построенной модели было произведено сравнение вычисленных и фактических значений удельных показателей рыночной цены/кадастровой стоимости оцениваемых земельных участков. Для чего был построен график зависимости стоимостных характеристик земельных участков от расстояния до северо-западной вершины четырехугольника (рисунок 3.7).

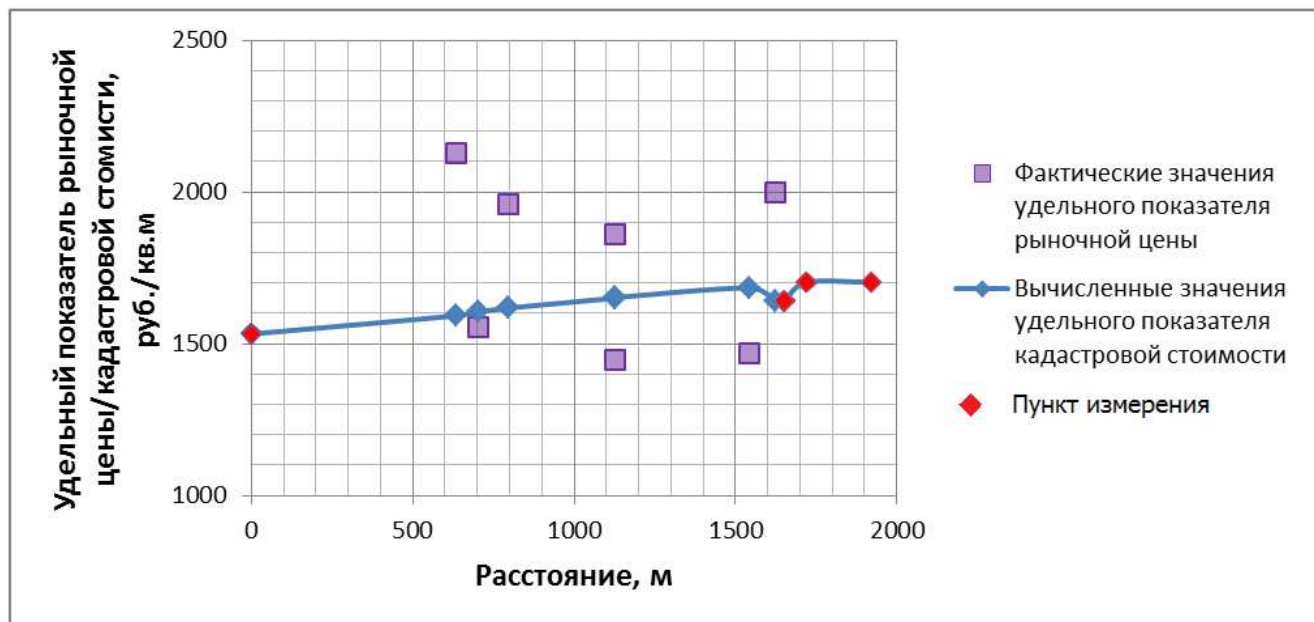


Рисунок 3.7 - Сопоставление результатов моделирования методом обратных взвешенных расстояний с фактическими данными

Анализ графика показал, что все вычисленные значения УПКС земельных участков находятся в диапазоне 1532,19–1702,43 руб./кв. м, который соответствует размаху между минимальным и максимальным значением удельного показателя рыночной цены в пунктах измерений. Однако фактические значения удельного показателя рыночной цены в оцениваемых точках выходят за пределы указанного диапазона, что говорит о неадекватности построенной модели.

Помимо обнаруженного недостатка метод обратных взвешенных расстояний имеет и другие недостатки. В частности: нет возможности характеризовать качество оценки, отсутствует учет пространственной корреляции [26].

4. Модели базисных функций.

В этом методе оценка переменной φ в произвольной точке области исследования находится как линейная комбинация значений радиальных базисных функций (РБФ) [42]:

$$\varphi_0 = \sum_{i=1}^n \lambda_i B(d_{i0}), \quad (3.8)$$

где λ_i – коэффициент i -ой выборочной точки; $B(d_{i0})$ – радиальная базисная функция, где аргументом является расстояние d_{i0} ; d_{i0} – расстояние между точкой, где вычисляется оценка и i -ой точкой измерения.

РБФ является ядерной функцией, которая определяет оптимальные веса, применяемые к точкам данных во время интерполяции. Существует множество разновидностей РБФ, однако традиционно используются следующие типы базисных ядерных функций [26, 42]:

- Обратная мультиквадратичная функция:

$$B(d) = \frac{1}{\sqrt{d^2 + \delta^2}}, \quad (3.9)$$

где d – расстояние от точки интерполяции до выборочной точки; δ – параметр сглаживания, разумные значения которого находятся в интервале от среднего расстояния между точками выборки до половины этого среднего.

- Мультилогарифмическая функция:

$$B(d) = \log(d^2 + \delta^2); \quad (3.10)$$

- Мультиквадратичная функция:

$$B(d) = \sqrt{d^2 + \delta^2}; \quad (3.11)$$

- Кубический сплайн:

$$B(d) = (d^2 + \delta^2)^{\frac{3}{2}}; \quad (3.12)$$

- Плоский сплайн:

$$B(d) = (d^2 + \delta^2) \log(d^2 + \delta^2). \quad (3.13)$$

Наиболее часто используется мультиквадратичная функция, которая, по мнению многих ученых, является наилучшей с точки зрения построения гладкой поверхности [42].

Коэффициенты λ_i определяются из условия точности оценки в известных точках - прохождения выходной поверхности через значения φ в n выборочных точках (определение весов производится при $\delta = 0$):

$$\sum_{i=1}^n \lambda_i B(d_{ij}) = \varphi_j, \quad (3.14)$$

где $j = 1, \dots, n$.

Неизвестными в уравнениях являются n коэффициентов λ_i . И последовательность действий для их определения включает: вычисление расстояний между всеми выборочными точками (d_{ij}), вычисление по ним значений РБФ ($B(d_{ij})$), решение системы уравнений.

В рамках диссертационной работы было проведено оценивание земельных участков, рассмотренных в предыдущем разделе, при использовании мультিকвадратичной функции. Таким образом, для нахождения коэффициентов λ_i необходимо решить систему четырех уравнений (3.15):

$$\begin{cases} \lambda_2 \cdot 1721.19 + \lambda_3 \cdot 1920.30 + \lambda_4 \cdot 1651.04 = 1532.19 \\ \lambda_1 \cdot 1721.19 + \lambda_3 \cdot 1826.92 + \lambda_4 \cdot 2351.27 = 1702.43 \\ \lambda_1 \cdot 1920.30 + \lambda_2 \cdot 1826.92 + \lambda_4 \cdot 916.88 = 1702.43 \\ \lambda_1 \cdot 1651.04 + \lambda_2 \cdot 2351.27 + \lambda_3 \cdot 916.88 = 1641.63 \end{cases} \quad (3.15)$$

Решение системы дает коэффициенты: $\lambda_1 = 0.3556297$; $\lambda_2 = 0.3868966$; $\lambda_3 = 0.1578973$; $\lambda_4 = 0.3410319$.

Применение метода радиальных базисных функций показало, что с помощью данного метода можно прогнозировать значения выше максимальных и ниже минимальных измеренных значений (рисунок 3.8). Основным недостатком рассмотренного метода является отсутствие жестких требований к определению значения параметра сглаживания (итерационный подход). Кроме того, метод радиальных базисных функций не учитывает наличие пространственной автокорреляции в исходных данных и не дает возможность оценить точность построенных моделей по обучающей выборке.

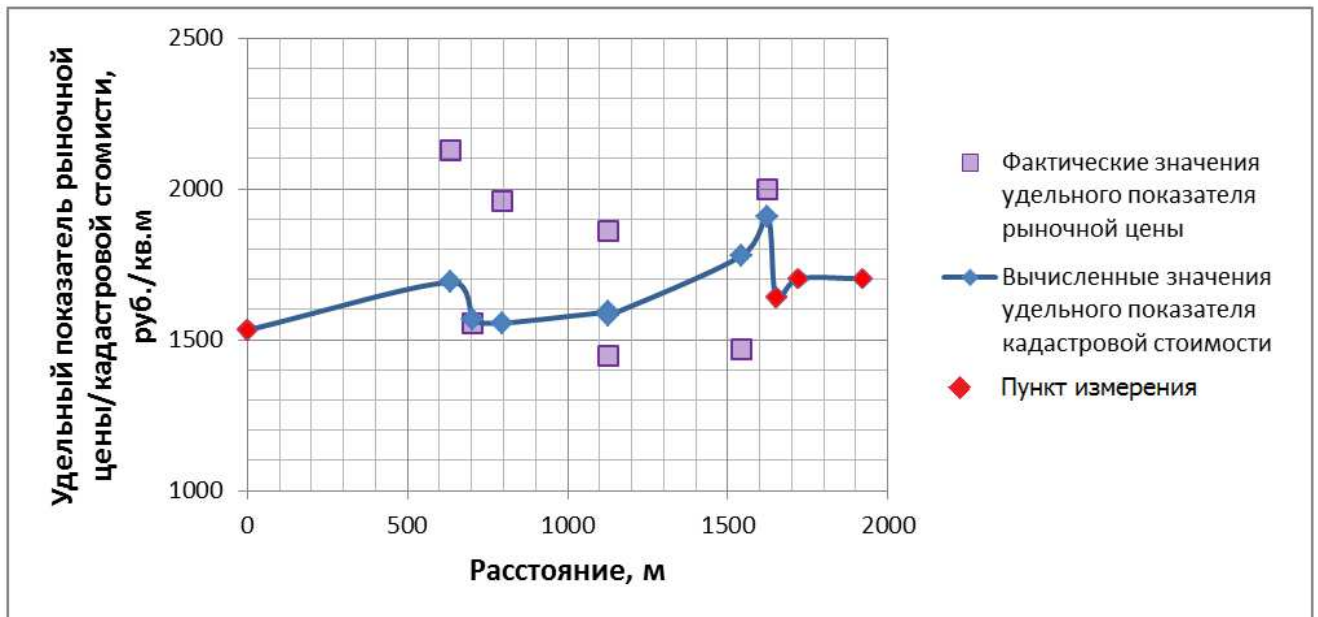


Рисунок 3.8 - Сопоставление результатов моделирования методом радиальных базисных функций с фактическими данными

Таким образом, детерминистские методы дают возможность построить поверхность проинтерполированных значений, учитывая только значения координат, но, не учитывая пространственную корреляцию объектов оценки. Все выше изложенное позволяет сделать вывод о невозможности использования рассмотренных методов для определения кадастровой стоимости земель малоэтажной жилой застройки Волгоградской области [78].

3.3 ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ГЕОСТАТИСТИЧЕСКОГО МЕТОДА ИНТЕРПОЛИРОВАНИЯ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ ДЛЯ МАССОВОЙ КАДАСТРОВОЙ ОЦЕНКИ ЗЕМЕЛЬ МАЛОЭТАЖНОЙ ЖИЛОЙ ЗАСТРОЙКИ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ

3.3.1 АНАЛИЗ ГЕОСТАТИСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ИНТЕРПОЛИРОВАНИЯ

Основной задачей массовой кадастровой оценки является определение значений кадастровой стоимости в точках, где отсутствуют данные о значениях рыночных цен земельных участков. При этом традиционные статистические и детерминистические методы позволяют выполнить только построение расчетной модели, в то время как требуется решить еще ряд задач:

1. Определить ошибки интерполяционной оценки;

2. Оценить значения основной переменной, измерений которой недостаточно для построения адекватной модели расчета, на основании данных о значениях дополнительной коррелированной с ней переменной, по которой произведено много измерений.

Как показал анализ научной литературы наиболее приемлемым методом, позволяющем решить весь набор задач является подход, использующий геостатистические методы интерполяции, а именно метод кригинга и многопеременного пространственного моделирования: кокригинга [26, 79].

- Кригинг – базовая интерполяционная модель геостатистики. Он является основой всех методов, связанных с геостатистикой. Кригинг строит скорее статистическую модель реальности, чем модель интерполяционной функции. Геостатистические методы основываются на вероятностной модели, рассматривающей изучаемую пространственную переменную $Z(X,Y)$ как реализацию случайной функции $Z(X,Y)$. Данный подход позволяет учитывать пространственную корреляцию данных и дает возможность не только создавать модели поверхностей, но также получать оценку точности этих моделей. Кригинг является очень гибким методом, он может быть либо точным, либо сглаживающим интерполятором в зависимости от значений параметров. Он позволяет эффективным и естественным образом включать в модель анизотропию и тренды [42].

Все интерполяторы семейства кригинга являются различного рода модификациями базового линейного регрессионного оценителя $Z^*(x)$, определяемого по формуле (3.16) [26]:

$$Z^*(x) - m(x) = \sum_{i=1}^{n(x)} \lambda_i(x) \cdot [Z(x_i) - m(x_i)], \quad (3.16)$$

где $\lambda_i(x)$ – весовые коэффициенты, относящиеся к данным $z(x_i)$. Значения $z(x_i)$ интерпретируются как реализации случайной переменной $Z(x_i)$. Величины $m(x)$ и $m(x_i)$ являются математическими ожиданиями случайных переменных $Z(x)$ и $Z(x_i)$.

Тип оценителя зависит от модели случайной функции $Z(x)$, которая раскладывается на две компоненты – детерминистический тренд $m(x)$ и случайную невязку $R(x)$ [26]:

$$Z(x) = m(x) + R(x), \quad (3.17)$$

где $m(x)$ - детерминистический тренд, $R(x)$ - случайная невязка.

Компонента невязки $R(x)$ моделируется как стационарная случайная функция с нулевым математическим ожиданием $m_R(x)$ и ковариацией $C_R(h)$ [26]:

$$\begin{aligned} E\{R(x)\} &= 0 \\ \text{Cov}\{R(x), R(x+h)\} &= E\{R(x)R(x+h)\} = C_R(h), \end{aligned} \quad (3.18)$$

где $R(x)$ - случайная невязка, $C_R(h)$ - ковариация.

Математическое ожидание пространственной переменной Z в точке x , таким образом, будет равно значению тренда [26]:

$$E\{Z(x)\} = m(x), \quad (3.19)$$

где $E\{Z(x)\}$ - математическое ожидание пространственной переменной Z , $m(x)$ - детерминистический тренд.

Все методы семейства кригинга используют одну и ту же целевую функцию для минимизации, а именно вариацию ошибки оценки $\sigma_E^2(x)$, при дополнительном условии несмещенности оценки, другими словами, вариация

$$\sigma_E^2(x) = \text{Var}\{Z^*(x) - Z(x)\} \quad (3.20)$$

минимизируется при ограничении [26]:

$$E\{Z^*(x) - Z(x)\} = 0. \quad (3.21)$$

Согласно теории геостатистического анализа наиболее распространенными методами кригинга являются: простой, ординарный, универсальный, индикаторный, вероятностный и дизъюнктивный [26, 110].

1. Простой кригинг работает в предположении о стационарности второго порядка случайной переменной $Z(x)$. Предполагается, что детерминистическая компонента $m(x)$ в (3.17) постоянна и известна на всей области исследования S [26]:

$$m(x) = m, \forall x \in S, \quad (3.22)$$

где $m(x)$ - детерминистический тренд.

Знание среднего значения m дает возможность сделать преобразование путем вычета постоянного тренда [26]:

$$Y(x) = Z(x) - m, \quad (3.23)$$

и далее строить линейный оцениватель для случайной функции $Y(x)$ на всей области S [26]:

$$Y^*(x) = \sum_{i=1}^{n(x)} \lambda_i(x) Y(x_i), \quad (3.24)$$

автоматически получая несмещенность оценки (сохранение глобального среднего), так как $E\{Y(x)\} = 0, \forall x \in S$, то

$$E\{Z^*(x) - Z(x)\} = E\{Y^*(x) - Y(x)\} = E\left\{\sum_{i=1}^{n(x)} \lambda_i(x) Y(x_i) - Y(x)\right\} = 0. \quad (3.25)$$

Окончательная оценка простого кригинга имеет вид [26]:

$$Z^*(x) = m + \sum_{i=1}^{n(x)} \lambda_i(x) Y(x_i). \quad (3.26)$$

Рассмотрим вариацию ошибки σ_R^2 для оценки функции $Y(x)$.

$$\begin{aligned} \sigma_R^2 &= \text{Var}\{Y^*(x) - Y(x)\} = E\{(Y^*(x) - Y(x))^2\} = \\ &= \text{Var}\{Y^*(x)\} - 2\text{Cov}\{Y^*(x)Y(x)\} + \text{Var}\{Y(x)\}. \end{aligned} \quad (3.27)$$

Так как функция $Z(x)$ удовлетворяет стационарности второго порядка, этому условию удовлетворяет и функция $Y(x)$. Отсюда все ковариации и вариации существуют. Для того чтобы получить вариацию оценки, подставим значения $Y^*(x)$ из (3.24) в (3.27) [26]:

$$\begin{aligned} \text{Var}\{Y^*(x)\} &= \sum_{i=1}^{n(x)} \sum_{j=1}^{n(x)} \lambda_i(x) \lambda_j(x) C_{ij}, \\ 2\text{Cov}\{Y^*(x)Y(x)\} &= 2 \sum_{i=1}^{n(x)} \lambda_i(x) C_{i0}, \end{aligned} \quad (3.28)$$

где $C_{ij} = \text{Cov}\{Y(x_i)Y(x_j)\}$, $C_{i0} = \text{Cov}\{Y(x_i)Y(x)\}$.

Вариация случайной переменной $Y(x)$ существует и связана с априорной вариацией исходных данных σ_z^2 [26]:

$$\text{Var}\{Y(x)\} = \text{Var}\{Z(x)\} - m^2 = \sigma_z^2 - m^2 = \sigma_y^2. \quad (3.29)$$

Получим вариацию ошибки σ_R^2 для оценки функции $Y(x)$, подставив в (3.27) значения (3.28) и (3.29) [26]:

$$\sigma_R^2(x) = \sum_{i=1}^{n(x)} \sum_{j=1}^{n(x)} \lambda_i(x) \lambda_j(x) C_{ij} - 2 \sum_{i=1}^{n(x)} \lambda_i(x) C_{i0} + \sigma_Y^2. \quad (3.30)$$

Кригинг должен иметь минимальную вариацию ошибки. Весовые коэффициенты $\lambda_i(x)$ подбираются так, чтобы они минимизировали вариацию ошибки (3.30), т.е. чтобы производная от вариации по всем весам равнялась нулю. В результате дифференцирования получается система уравнений простого кригинга [26]:

$$\sum_{j=1}^{n(x)} \lambda_j(x) C_{ij} = C_{i0}, \forall i = 1, \dots, n(x). \quad (3.31)$$

Оценка функции $Z(x)$ получается подстановкой полученных весовых коэффициентов в формулу (3.26) [26].

Ошибка оценки простого кригинга получается из формулы (3.30) подстановкой в нее (3.31). Вариацию простого кригинга можно вычислить по формуле (3.32) [26]:

$$\sigma_{SK}^2(x) = \sigma_Z^2 - \sum_{i=1}^{n(x)} \lambda_i(x) C_{i0}. \quad (3.32)$$

Следует отметить, что основным недостатком простого кригинга является предположение о знании среднего, которое часто является нереалистичным. Использование в качестве среднего его статистической оценки (математического ожидания) делает зависимыми от значений исходного набора данных. Поэтому простой кригинг редко применяется как самостоятельный метод оценивания [26].

2. Обычный (ординарный) кригинг отличается от простого кригинга тем, что не предполагает знание среднего значения. В обычном кригинге среднее значение считается постоянным, но оно неизвестно. Обычный кригинг при использовании локальной оценки не требует постоянства среднего по всей зоне оценивания; предполагается, что среднее постоянно только в окрестности точки оценивания $Z(x)$. Предположение о постоянстве среднего в рамках малой

окрестности более реалистично, тем более что данные обладают пространственной непрерывностью [26].

Оценка обычного кригинга строится, как линейная комбинация исходных данных [26]:

$$Z^*(x) = \sum_{i=1}^{n(x)} \lambda_i(x) Z(x_i). \quad (3.33)$$

Рассмотрим условие несмещенности (3.21) в случае неизвестного среднего [26]:

$$E\{Z^*(x) - Z(x)\} = E\left\{\sum_{i=1}^{n(x)} \lambda_i(x) Z(x_i) - Z(x)\right\} = \left[\sum_{i=1}^{n(x)} \lambda_i(x) - 1\right] \cdot m = 0, \quad (3.34)$$

т.е. условие несмещенности будет выполнено, если сумма весов, использующихся при оценке, равна единице [26]:

$$\sum_{i=1}^{n(x)} \lambda_i(x) = 1. \quad (3.35)$$

Таким образом, отсутствие знания о значении среднего накладывает на веса $\lambda_i(x)$ дополнительные требования. Чтобы выполнялось свойство наилучшего оценщика, нужно находить веса, которые минимизируют вариацию при дополнительном ограничении (3.35).

Решение этой задачи осуществляется с использованием минимизации лагранжиана $L(x)$, куда помимо вариации (3.27) включается условие (3.35) с коэффициентом $\mu(x)$ [26]:

$$L(x) = \sum_{i=1}^{n(x)} \sum_{j=1}^{n(x)} \lambda_i(x) \lambda_j(x) C_{ij} - 2 \sum_{i=1}^{n(x)} \lambda_i(x) C_{i0} + \sigma_Z^2 + 2\mu(x) \left(\sum_{i=1}^{n(x)} \lambda_i(x) - 1\right), \quad (3.36)$$

где $C_{ij} = \text{Cov}\{Z(x_i)Z(x_j)\}$, $C_{i0} = \text{Cov}\{Z(x_i)Z(x)\}$.

Для минимизации лагранжиана $L(x)$ необходимо его про дифференцировать по всем весам $\lambda_i(x)$ и коэффициенту $\mu(x)$, а потом приравнять эти производные к нулю. В результате получается линейная система уравнений обычного кригинга :

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^{n(x)} \lambda_i(x) = 1, \\ \sum_{j=1}^{n(x)} \lambda_j(x) C_{ij} + \mu(x) = C_{i0}. \end{cases} \quad (3.37)$$

Система уравнений обычного кригинга (3.37) аналогично с системой уравнений простого кригинга (3.31) имеет единственное решение при положительной определенности функции ковариации C и отсутствии пространственно совпадающих точек.

Для вычисления оценки найденные веса $\lambda_i(x)$ подставляются в (3.33). Вариация обычного кригинга вычисляется из формулы (3.30) с использованием второй части системы (3.37) [26]:

$$\sigma_{OK}^2(x) = \sigma_Z^2 - \sum_{i=1}^{n(x)} \lambda_i(x) C_{i0} + \mu(x). \quad (3.38)$$

Если сравнить формулы вариации простого (3.32) и обычного (3.38) кригинга, то можно увидеть, что неизвестное значение среднего является причиной увеличения вариации, что ведет к росту неопределенности оценки [26].

3. Универсальный кригинг, или кригинг с трендом, предполагает, что неизвестное среднее значение $m(x)$ плавно меняется во всей области исследования S . В некоторых случаях невозможно предположить локальное постоянство среднего даже в окрестности оцениваемой точки $W(x)$. Одним из возможных в таком случае подходов является универсальный кригинг. Но универсальный кригинг не получил широкого распространения, так как задача подбора функций для моделирования тренда не является прозрачной [26].

4. Индикаторный и вероятностный кригинг не применяется для расчета проинтерполированных значений, а используется для построения карт вероятности или стандартной ошибки индикаторов. В качестве исходных данных они используют бинарные переменные. Бинарные данные могут быть созданы для непрерывных данных с использованием порогового (критического) значения, либо значения в опорных точках могут изначально, при выполнении наблюдений, фиксироваться как 0 или 1.

Поскольку индикаторные переменные равны 0 или 1, значения, полученные в результате интерполяции по методу индикаторного кригинга, будут находиться в диапазоне между 0 и 1 и могут быть интерпретированы, как вероятности того, что переменная будет равна 1 или попадет в класс, обозначенный как 1. Если для

создания индикаторной переменной использовалось пороговое значение, то на карте с результатами интерполяции будут показаны вероятности того, что пороговое значение будет превышено (или наоборот, искомые значения будут ниже порогового). Используя бинарные переменные, индикаторный кригинг действует так же, как и ординарный кригинг. В свою очередь вероятностный кригинг пытается делать то же самое, что и индикаторный кригинг, но для того, чтобы получить наилучшие результаты, он использует кокригинг: учитывает дополнительную информацию в исходных данных, помимо бинарной переменной [26].

В рамках исследования данные методы кригинга не рассматривались, так как основной задачей проведения ГКО земель малоэтажной жилой застройки населенных пунктов является построение модели, позволяющей определить кадастровую стоимость земельных участков, для которых отсутствуют сведения о значениях рыночных цен.

5. Модель дизъюнктивного кригинга описывается формулой (3.39) [26]:

$$f(Z(s)) = \mu_1 + \varepsilon(s), \quad (3.39)$$

где s – местоположение предсказываемой локации (как представление пары координат x, y); μ_1 – неизвестная константа, а $f(Z(s)) = I(Z(s) > c_i)$ – некая произвольная функция $Z(s)$.

Следует отметить, что индикаторный кригинг является частным случаем дизъюнктивного кригинга. В геостатистическом анализе возможно спрогнозировать либо само значение, либо индикатор с дизъюнктивным кригингом. Дизъюнктивный кригинг генерализирует индикаторный кригинг, чтобы сформировать интерполятор (3.40) [26]:

$$g(Z(s_0)) = \sum_{i=1}^n f_i(Z(s_i)). \quad (3.40)$$

В целом, дизъюнктивный кригинг выполняет больше функций, чем ординарный кригинг. Это может давать как большую выгоду, так и рост издержек. Дизъюнктивный кригинг требует допущения двумерной нормальности

и аппроксимаций для функций $f_i(Z(s_i))$. Допущения трудно подтвердить, а решения математически и вычислительно сложны [26, 110].

Все формы Кригинга, которые можно применить для одной переменной, также можно применить для более чем одной переменной, это будет Ординарный Кокригинг, Универсальный Кокригинг, Простой Кокригинг, Индикаторный Кокригинг, Вероятностный Кригинг и Вероятностный Кокригинг, и Дизъюнктивный Кокригинг [92].

- Кокригинг относится к методам многопеременного пространственного моделирования и является естественным обобщением кригинга на случай многопеременных данных, когда между переменными имеется пространственная корреляция.

Следует отметить, что значение всех переменных (основных и дополнительных) во всех точках не требуется, например, для ординарного кокригинга обязательно хотя бы одно измерение основной переменной, для простого – знание его среднего значения, а остальная информация вносится за счет дополнительных переменных [26].

Помимо этого, главное условие возможности и полезности использования дополнительной информации – ее коррелированность с основной оцениваемой переменной. Кокригинг требует намного большего количества оценок, которые включают как оценку автокорреляции для каждой переменной, так и взаимной корреляции для дополнительных переменных с основной [26].

3.3.2 АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ РЫНОЧНОЙ ЦЕНЫ ЗЕМЕЛЬНЫХ УЧАСТКОВ МАЛОЭТАЖНОЙ ЖИЛОЙ ЗАСТРОЙКИ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ГЕОСТАТИСТИЧЕСКОЙ ИНТЕРПОЛЯЦИИ

Применение геостатистических методов для численного описания (оценки, моделирования) явлений, распределенных в пространстве, предполагает выполнение ряда условий: пространственно-распределенные данные должны обладать пространственной непрерывностью, случайная функция должна быть стационарной, а также иметь нормальный закон распределения [31, 83].

Одним из важнейших свойств всех явлений, изучаемых в геостатистике, является пространственная непрерывность, то есть взаимная зависимость (корреляция) для значений в точках, расположенных ближе друг к другу, должна быть больше, чем для разделенных большим расстоянием [26, 31].

Для проверки пространственной непрерывности исходных данных были построены графики взаимного соответствия рыночных цен 1 кв. метра участков, расположенных на определенном расстоянии друг от друга (таблица 3.1) [25, 88].

Таблица 3.1 – Проверка исходных данных на наличие пространственной непрерывности

Наименование подгруппы	График зависимости значений рыночной цены земельных участков, расположенных на расстоянии 500 м	График зависимости значений рыночной цены земельных участков, расположенных на расстоянии 10000 м
«Город Волгоград» (ГНП)		
«Города областного подчинения» (ГНП)		
«Остальные населенные пункты» (ГНП)		

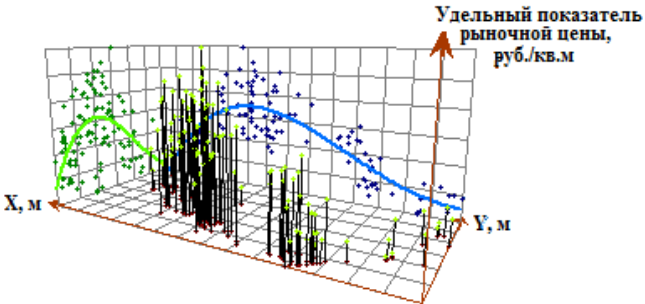
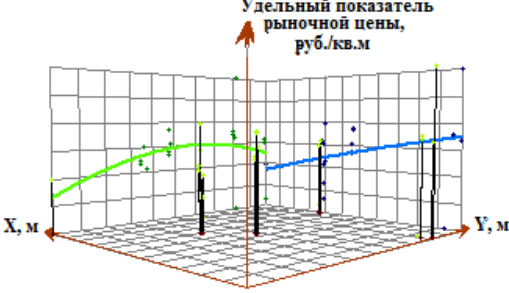
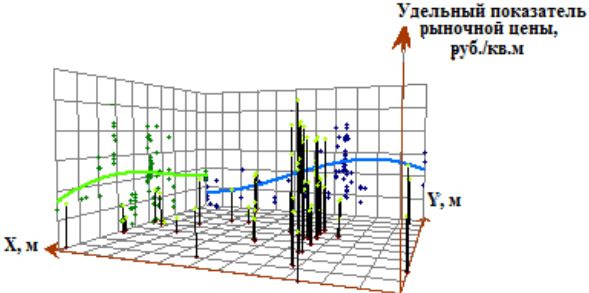
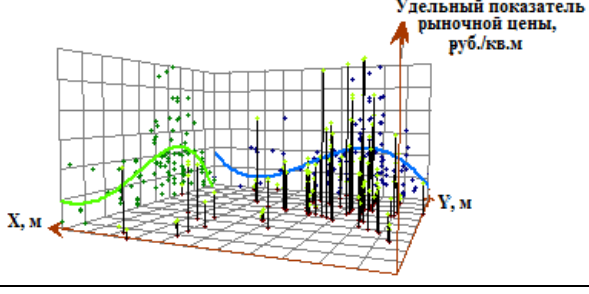
Продолжение таблицы 3.1

Наименование подгруппы	График зависимости значений рыночной цены земельных участков, расположенных на расстоянии 500 м	График зависимости значений рыночной цены земельных участков, расположенных на расстоянии 10000 м
Все ЗУ СНП		

Точки, расположенные на биссектрисе угла (прямой $y=x$), имеют одинаковую рыночную цену, следовательно, чем ближе значение рыночной цены участков, тем ближе к биссектрисе они располагаются. Распределение точек на графиках говорит о пространственной непрерывности, то есть о том, что земельные участки, расположенные ближе друг к другу (на расстоянии 500 м) имеют более схожие значения рыночной цены, чем участки, размещённые на большем расстоянии друг от друга (10000 м).

Проверка на соответствие выборки требованию стационарности подразумевает, что выполняется «внутренняя гипотеза»: стационарность второго порядка для приращений (разности значений данных, пространственно разделенных вектором h), т.е. среднее для приращений постоянно и равно 0 и вариация приращений (вариограмма) существует и зависит только от h и не зависит от местоположения [31]. Следовательно, при наличии в данных тренда «внутренняя гипотеза» не подтверждается [89]. Таким образом, для использования методов геостатистической интерполяции необходимо проводить анализ тренда с целью его удаления при моделировании (таблица 3.2) [25, 88].

Таблица 3.2 – Проверка исходных данных на наличие тренда

Наименование подгруппы	Диаграмма анализа тренда по направлениям	Порядок полинома
«Город Волгоград» (ГНП)		Третий
«Города областного подчинения» (ГНП)		Второй
«Остальные населенные пункты» (ГНП)		Третий
Все ЗУ СНП		Третий

После удаления тренда интерполяция выполняется с остаточными данными. Прежде чем будут подсчитаны окончательные интерполированные значения, тренд добавляется обратно на выходную поверхность [110].

Проверка гипотезы о нормальном законе распределения приведена в разделе 2.2. (см. таблицу 2.4).

Таким образом, с учетом вышеизложенного, отсутствуют препятствия для применения методов геостатистической интерполяции для целей определения

кадастровой стоимости земельных участков малоэтажной жилой застройки населенных пунктов Волгоградской области.

3.3.3 ОБЗОР МЕТОДОВ ПОСТРОЕНИЯ ВАРИОГРАММ

Отличительной особенностью геостатистических методов интерполяции является учет пространственной корреляции. Следовательно, для применения геостатистических методов необходимо изучать пространственную корреляционную структуру данных. Сущность проведения анализа пространственной корреляционной структуры данных состоит в выявлении наличия у данных корреляционной структуры и определения ее особенностей: наличие/отсутствие тренда, анизотропии, определение эффективного радиуса корреляции [31]. Целью проведения пространственного корреляционного анализа является моделирование пространственной структуры данных для последующего использования построенной модели в геостатистических оценителях.

Компонентами пространственной структуры данных являются дрейф (общий тренд) и пространственно коррелированные флуктуации изучаемой переменной. Инструментом моделирования пространственной корреляционной структуры данных является вариограмма (полувариограмма).

В системы уравнений, решаемых для получения оценки методом кригинга/кокригинга, напрямую входят значения вариограмм (полувариограмм). Данные системы уравнений имеют единственное решение при положительной определенности функции ковариации, что эквивалентно отрицательной определенности вариограммы.

Чтобы избежать трудоемкой процедуры доказательства отрицательной определенности функции, используют модели, для которых это свойство доказано. Остается только подобрать модель и параметры, делающие ее подходящей для вариограммы, рассчитанной по данным [83].

Наиболее известными и распространенными являются следующие 11 типов моделей полувариограмм: круговая, сферическая, тетрасферическая, пентасферическая, экспоненциальная, гауссова, рациональная квадратическая,

эффекта дыры (hole effect), К-Бесселя, J-Бесселя, устойчивая [4, 5, 26, 83, 110]. На практике наиболее часто применяются сферическая, экспоненциальная и гауссова модели [26].

- Сферическая модель [26]:

$$\gamma(h) = \begin{cases} c_0 + c \left[\frac{3h}{2a} - \frac{1}{2} \left(\frac{h}{a} \right)^3 \right], & h \leq a \\ c_0 + c, & h > a \end{cases} \quad (3.41)$$

где a – действительный радиус корреляции, м; c – частичный порог, h – расстояние между пунктами, м; c_0 – самородок.

Экспоненциальная и Гауссова модели являются частным случаем Устойчивой модели.

- Устойчивая модель [110]:

$$\gamma(h) = c_0 + c \left[1 - \exp \left(-3 \left(\frac{h}{a} \right)^{Qe} \right) \right], \quad (3.42)$$

где a – эффективный радиус корреляции, м; c – частичный порог, h – расстояние между пунктами, м; c_0 – самородок, $0 \leq Qe \leq 2$.

- Экспоненциальная модель [26]:

$$\gamma(h) = \begin{cases} 0, & h = 0, \\ c_0 + (c - c_0) \left[1 - \exp \left(\frac{-3h}{a} \right) \right], & h \neq 0 \end{cases} \quad (3.43)$$

- Гауссова модель [26]:

$$\gamma(h) = c_0 + c \left[1 - \exp \left(\frac{-3h^2}{a^2} \right) \right]. \quad (3.44)$$

Радиус корреляции означает, что данные, находящиеся на расстоянии a и ближе, коррелированы, а находящиеся на расстоянии больше a – не коррелированы.

Следует отметить, что при моделировании эмпирической полувариограммы задаются параметры модели: тип, радиус влияния и анизотропия (влияние по направлениям). Если включить в модель анизотропию, то размер и форма окрестности поиска изменится и появится необходимость задать большой и

малый радиус влияния, а так же его направление. В теории геостатистики предлагается использовать зону в соответствии с эллипсом корреляции, однако не исключается возможность увеличения/уменьшения размера. Отмечается, что уменьшение окрестности позволяет получать более вариабельную (менее сглаженную) оценку [26].

3.3.4 ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОГО МЕТОДА КРИГИНГА/КОКРИГИНГА И МОДЕЛИ ПОЛУВАРИОГРАММЫ

Следующей задачей построения геостатистической модели является выбор оптимального метода кригинга/кокригинга и модели полувариограммы. Для решения поставленной задачи было составлено полное декартово произведение всех возможных вариантов сочетаний методов кригинга/кокригинга и типов моделей полувариограмм, пригодных для проведения массовой кадастровой оценки земель малоэтажной жилой застройки Волгоградской области. Таким образом, были сформированы множества A и B , которые содержат методы кригинга/кокригинга и типы моделей полувариограмм (таблица 3.3) [25].

Таблица 3.3 - Полное декартово произведение

№ п.п.	Множество А	№ п.п.	Множество В
I	Простой	1	Круговая
		2	Сферическая
		3	Тетрасферическая
II	Обычный (Ординарный)	4	Пентасферическая
		5	Экспоненциальная
		6	Гауссова
		7	Рациональная квадратическая
III	Универсальный	8	Эффекта дыры
		9	К-Бесселя
		10	J-Бесселя
IV	Дизъюнктивный	11	Устойчивая

По данным таблицы 3.1 была сформирована матрица полного декартового произведения (3.45) [25, 88]:

$$\begin{pmatrix} I-1 & I-2 & I-3 & I-4 & I-5 & I-6 & I-7 & I-8 & I-9 & I-10 & I-11 \\ II-1 & II-2 & II-3 & II-4 & II-5 & II-6 & II-7 & II-8 & II-9 & II-10 & II-11 \\ III-1 & III-2 & III-3 & III-4 & III-5 & III-6 & III-7 & III-8 & III-9 & III-10 & III-11 \\ IV-1 & IV-2 & IV-3 & IV-4 & IV-5 & IV-6 & IV-7 & IV-8 & IV-9 & IV-10 & IV-11 \end{pmatrix} \quad (3.45)$$

Выявление наилучшей комбинации производилось при оценке результатов моделирования, выполненной по следующим критериям: наиболее близкое к нулю нормализованное среднее; наименьшая среднеквадратическая ошибка прогноза; наиболее близкая к среднеквадратической ошибке прогноза средняя стандартная ошибка; наиболее близкая к единице нормализованная среднеквадратическая ошибка прогноза [25, 88].

Выбор оптимального сочетания метода кригинга и типа модели полувариограммы для выборки земельных участков I подгруппы («Город Волгоград» (ГНП)) проводился при использовании результатов «перекрестных проверок» в результате многократной реализации операций по построению моделей расчета УПКС в соответствии с полным декартовым произведением всех возможных вариантов [25, 88].

Анализ выборки рыночных цен земельных участков первой подгруппы позволил выявить наличие глобального тренда, описываемого полиномом третьего порядка (таблица 3.2). Таким образом, перед началом моделирования тренд был исключен, в связи с чем, изменилась величина радиуса влияния.

Наилучшее, для рассматриваемых условий, сочетание устойчивой модели полувариограммы и метода ординарного кригинга для построения модели определения УПКС в г. Волгограде отмечено заштрихованными ячейками в таблице 3.4.

Таблица 3.4 - Таблица ошибок для кригинга

Метод \ Модель	Ошибки	Модель										
		Круговая	Сферическая	Тетрасферическая	Пентасферическая	Экспоненциальная	Гауссова	Рациональная квадратиическая	Эффекта дыры	К-Бесселя	J-Бесселя	Устойчивая
Ординарный кригинг	1	0.0058	0.0059	0.0054	0.0055	0.0025	0.0068	-0.0022	0.0117	0.0026	0.0074	0.0016
	2	276.20	275.81	275.51	276.54	277.43	276.53	277.54	274.61	276.34	275.23	274.82
	3	24.14	23.95	25.57	24.46	25.86	23.99	24.80	24.10	25.34	23.94	24.00
	4	1.07	1.07	1.07	1.07	1.08	1.07	1.08	1.07	1.08	1.07	1.07
Простой кригинг	1	0.0143	0.0150	0.0152	0.0152	0.0112	0.0170	0.0080	0.0157	0.0099	0.0158	0.0078
	2	272.54	273.44	273.46	273.54	273.27	273.77	272.65	277.85	272.35	277.93	271.09
	3	27.28	28.75	29.09	29.38	31.14	28.04	29.79	32.60	29.83	32.69	28.08
	4	1.09	1.10	1.10	1.10	1.11	1.10	1.10	1.12	1.10	1.12	1.09
Универсальный кригинг	1	-0.0579	-0.0668	-0.0152	-0.0289	-0.1640	-0.1641	-0.1511	0.0657	-0.0817	0.0657	-0.0645
	2	1031.95	975.11	13025.64	12384.93	3223.61	4101.12	3186.37	1886.71	1763.05	1886.71	958.75
	3	977.18	974.08	6037.38	3084.14	800.23	3878.01	698.54	858.58	1537.42	859.04	536.25
	4	1.08	1.08	1.11	1.10	1.09	1.07	1.07	1.14	1.20	1.14	1.13
Дизъюнктивный кригинг	1	0.0145	0.0149	0.0151	0.0151	0.0111	0.0163	0.0084	0.0161	0.0095	0.0171	0.0078
	2	272.69	273.55	273.57	273.63	273.37	273.67	272.92	277.95	272.19	273.26	271.00
	3	28.41	28.68	29.00	29.25	30.92	27.53	29.75	32.53	29.45	26.66	27.77
	4	1.10	1.10	1.10	1.10	1.11	1.10	1.10	1.120	1.10	1.09	1.09

Примечание: 1 – нормализованное среднее; 2 – среднеквадратическая ошибка прогноза, руб./м²; 3 – разница между значениями среднеквадратической ошибки прогноза и средней стандартной ошибки, руб./м²; 4 - нормализованная среднеквадратическая ошибка прогноза.

График и карта экспериментальной полувариограммы, построенной без учета влияния тренда, представлен на рисунке 3.9.

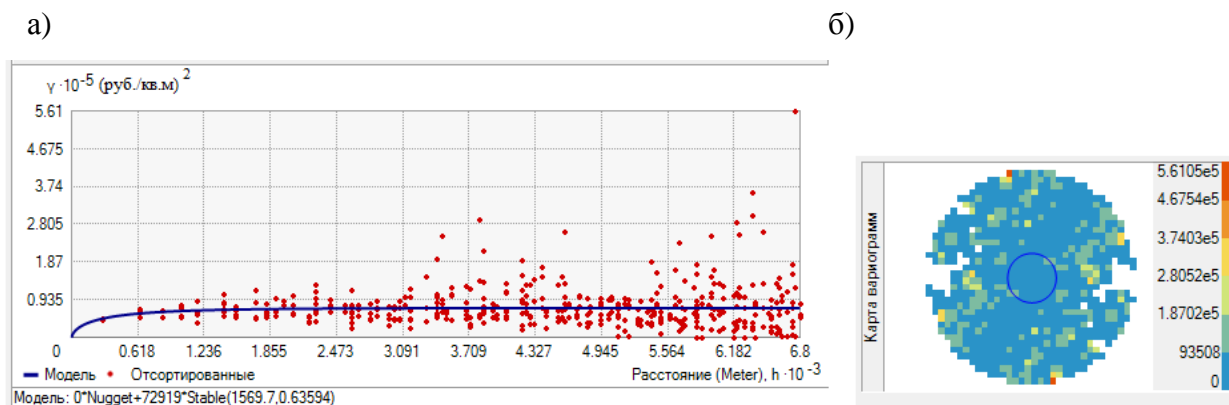


Рисунок 3.9 - Устойчивая модель полувариограммы: а) - график экспериментальной полувариограммы; б) – карта полувариограммы

Уравнение, описывающее выбранную модель полувариограммы, определяется формулой (3.46):

$$\gamma(h) = 72919 \cdot \left[1 - \exp\left(-3 \left(\frac{h}{1569.7}\right)^{0.63594}\right)\right], \quad (3.46)$$

где h – расстояние между участками, м.

По результатам моделирования были определены УПКС земельных участков обучающей выборки I подгруппы и оценена ошибка аппроксимации построенной модели (таблица 3.5).

Таблица 3.5 – Оценка точности модели геостатистической интерполяции УПКС земельных участков I подгруппы на обучающей выборке

№ п/п	Номер кадастрового квартала	Удельный показатель рыночной цены, руб./кв. м	Удельный показатель кадастровой стоимости, руб./кв. м	Ошибка аппроксимации, %
1	34:34:050026	1447.07	1650.78	14.1
2	34:34:050067	1702.43	1877.17	10.3
3	34:34:050045	1327.90	1527.03	15.0
4	34:34:050019	1532.19	1723.82	12.5
5	34:34:050025	1553.47	1771.68	14.0
6	34:34:050054	1641.63	1878.16	14.4
7	34:34:050045	1532.19	1458.08	4.8
8	34:34:050054	2000.36	1715.26	14.3
9	34:34:050017	2128.04	1818.49	14.5
10	34:34:050003	1702.43	1806.28	6.1

Продолжение таблицы 3.5

№ п.п.	Номер кадастрового квартала	Удельный показатель рыночной цены, руб./кв. м	Удельный показатель кадастровой стоимости, руб./кв. м	Ошибка аппроксимации, %
11	34:34:050056	1702.43	1818.66	6.8
12	34:34:050025	1957.80	1671.91	14.6
13	34:34:050067	2213.16	1884.06	14.9
14	34:34:050050	1276.82	1456.66	14.1
15	34:34:050051	2064.20	1774.33	14.0
16	34:34:050051	1450.94	1669.24	15.0
17	34:34:050043	1860.52	2106.38	13.2
18	34:34:050016	1468.35	1678.90	14.3
19	34:34:050055	1532.19	1762.01	15.0
20	34:34:050055	2000.36	1783.60	10.8
21	34:34:030136	2234.44	1911.42	14.5
22	34:34:030126	1797.01	1924.34	7.1
23	34:34:030136	1436.43	1641.56	14.3
24	34:34:030136	1957.8	1983.69	1.3
25	34:34:030143	1755.63	1777.98	1.3
26	34:34:030038	2000.36	1787.61	10.6
27	34:34:030040	1379.52	1582.57	14.7
28	34:34:030084	1532.19	1760.13	14.9
29	34:34:030128	1617.31	1860.04	15.0
30	34:34:030128	2042.92	1788.93	12.4
31	34:34:030082	2234.44	1902.68	14.8
32	34:34:030082	1819.48	1936.69	6.4
33	34:34:030110	1327.9	1523.88	14.8
34	34:34:030127	1995.04	1799.28	9.8
35	34:34:030050	2170.6	1845.41	15.0
36	34:34:030009	1957.8	1674.1	14.5
37	34:34:070086	1361.95	1157.54	15.0
38	34:34:070080	1333.57	1145.04	14.1
39	34:34:070071	1093.81	933.64	14.6
40	34:34:070013	1532.19	1506.19	1.7
41	34:34:070046	1691.79	1442.50	14.7
42	34:34:070038	1319.39	1205.25	8.7
43	34:34:070071	1106.58	1271.73	14.9
44	34:34:070027	1276.82	1459.28	14.3
45	34:34:070100	995.92	1126.60	13.1
46	34:34:030101	2511.09	2141.54	14.7
47	34:34:030057	1702.43	1584.37	6.9
48	34:34:030086	1685.41	1728.97	2.6
49	34:34:030119	1398.43	1602.47	14.6
50	34:34:030080	2085.48	1939.48	7.0
51	34:34:030126	2326.66	1992.75	14.4
52	34:34:030104	1697.17	1800.30	6.1
53	34:34:030104	1459.23	1673.22	14.7
54	34:34:030104	2042.92	1736.35	15.0

Продолжение таблицы 3.5

№ п.п.	Номер кадастрового квартала	Удельный показатель рыночной цены, руб./кв. м	Удельный показатель кадастровой стоимости, руб./кв. м	Ошибка аппроксимации, %
55	34:34:030143	1659.87	1831.26	10.3
56	34:34:030110	2093.99	1791.96	14.4
57	34:34:030095	1685.41	1938.32	15.0
58	34:34:070077	1234.26	1165.02	5.6
59	34:34:070082	1080.39	1103.71	2.2
60	34:34:070044	1532.19	1439.74	6.0
61	34:34:070052	1021.46	1171.05	14.6
62	34:34:070053	1519.42	1340.39	11.8
63	34:34:070013	1436.43	1480.44	3.1
64	34:34:070013	1551.34	1496.93	3.5
65	34:34:070034	1617.31	1425.92	11.8
66	34:34:070082	1021.46	1174.24	15.0
67	34:34:070033	1564.11	1498.02	4.2
68	34:34:070033	1489.63	1542.54	3.6
69	34:34:070071	1404.51	1198.12	14.7
70	34:34:070062	1212.98	1090.10	10.1
71	34:34:070088	934.26	1074.44	15.0
72	34:34:070077	1255.54	1117.38	11.0
73	34:34:070077	1076.79	1118.70	3.9
74	34:34:070077	1064.02	1108.08	4.1
75	34:34:070075	1021.46	1167.26	14.3
76	34:34:080018	998.24	905.67	9.3
77	34:34:080015	842.16	886.03	5.2
78	34:34:080102	893.78	1004.01	12.3
79	34:34:020089	1723.71	1808.61	4.9
80	34:34:020089	1838.63	1729.91	5.9
81	34:34:020084	1915.24	1648.17	13.9
82	34:34:020057	1489.63	1685.80	13.2
83	34:34:020004	1404.51	1437.45	2.3
84	34:34:020054	1532.19	1631.35	6.5
85	34:34:020007	1702.43	1450.71	14.8
86	34:34:020005	1447.07	1408.64	2.7
87	34:34:020020	1319.39	1464.20	11.0
88	34:34:020029	1276.82	1466.34	14.8
89	34:34:020032	1353.43	1556.82	15.0
90	34:34:060030	1744.99	1702.85	2.4
91	34:34:060034	1991.85	1704.48	14.4
92	34:34:060048	1459.23	1669.49	14.4
93	34:34:060025	1744.99	1671.56	4.2
94	34:34:060052	1883.84	1600.98	15.0
95	34:34:060012	1532.19	1679.47	9.6
96	34:34:010038	1085.3	1243.73	14.6
97	34:34:010019	1532.19	1307.67	14.7
98	34:34:010017	1333.57	1137.50	14.7

Продолжение таблицы 3.5

№ п.п.	Номер кадастрового квартала	Удельный показатель рыночной цены, руб./кв. м	Удельный показатель кадастровой стоимости, руб./кв. м	Ошибка аппроксимации, %
99	34:34:010003	893.78	1021.21	14.3
100	34:34:080023	1155.22	981.88	15.0
101	34:34:080023	862.72	992.47	15.0
102	34:34:010017	1034.23	1155.34	11.7
103	34:34:010056	1276.82	1331.92	4.3
104	34:34:010066	1276.82	1468.94	15.0
105	34:34:030143	1773.63	1771.15	0.1
106	34:34:080115	931.89	931.21	0.1
107	34:34:080015	818.32	894.61	9.3
108	34:34:080070	1141.42	978.92	14.2
109	34:34:080117	1091.79	998.71	8.5
110	34:34:080040	1075.25	1175.27	9.3
111	34:34:080088	1071.12	1194.19	11.5
112	34:34:030143	1852.82	1765.46	4.7
113	34:34:030126	2104.05	1977.32	6.0
114	34:34:030144	1736.32	1742.25	0.3
115	34:34:030144	1554.43	1751.24	12.7
116	34:34:030137	2171.18	1987.72	8.4

Минимальное значение ошибки аппроксимации построенной модели составляет 0.1%, максимальное – 15.0%, среднее – 10.6%. Следовательно, данная модель пригодна для определения УПКС земельных участков малоэтажной жилой застройки г. Волгограда, так как ошибки аппроксимации не превышают допустимых значений, представленных в таблице 2.1 (см. п. 2.1 гл. 2). Расчет значений кадастровой стоимости земельных участков обучающей выборки I подгруппы приведен в приложении А.

Непосредственное отображение на карте результатов интерполирования требует решения еще одной задачи – выбора оптимального количества классов, на который следует разделить общий массив данных. В связи с этим, было смоделировано изменение функционала, отвечающего за величину информации, в зависимости от выбранного количества классов, на которое делится общий массив данных [33]. Результаты моделирования представлены на рисунке 3.10.

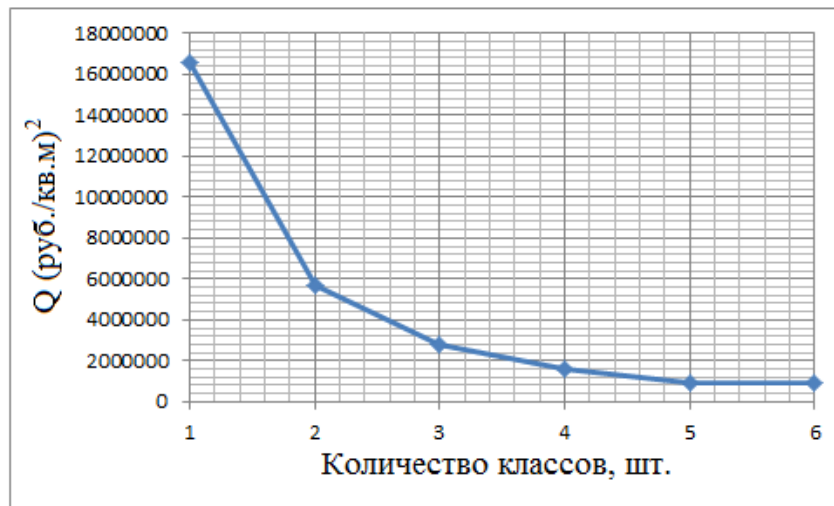


Рисунок 3.10 - График зависимости функционала величины информации от количества классов

Q – сумма квадратов разностей значений удельного показателя рыночной цены и среднего значения в классе. График показывает, что при добавлении большего количества классов, прирост получаемой информации незначителен. Для получения объективной картины достаточно ограничиться выбором четырех-пяти классов, при этом потери информации не произойдет.

Карта проинтерполированных значений УПКС земельных участков малоэтажной жилой застройки г. Волгограда, представлена на рисунке 3.11.

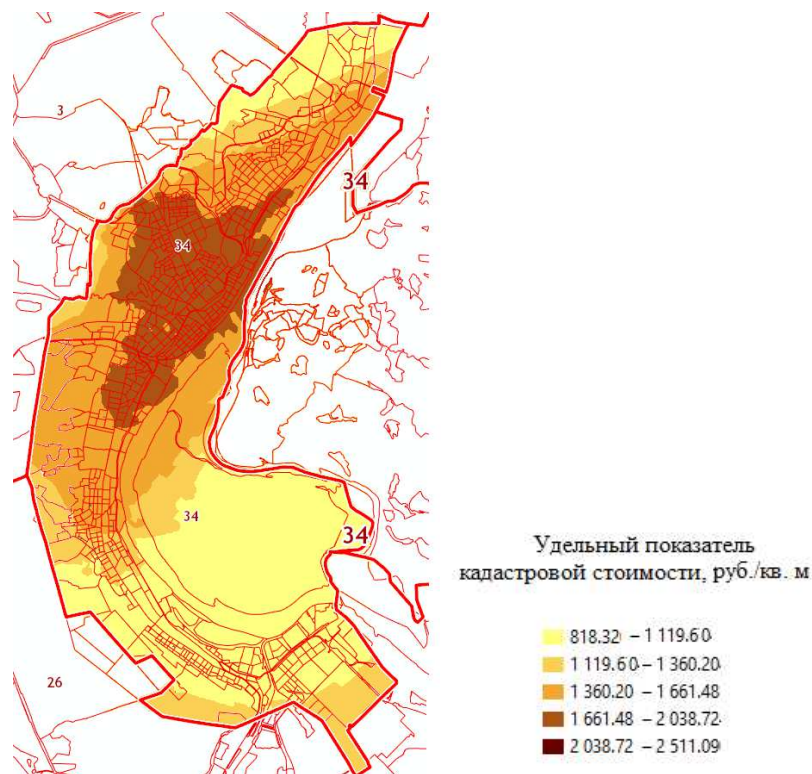


Рисунок 3.11 - Карта проинтерполированных значений УПКС г. Волгограда (кригинг)

При всех достоинствах предлагаемой модели отмеченная точность достигается только при достаточном количестве исходных данных о сделках с землей, однако, современное состояние рынка недвижимости в РФ и, особенно, в малых, средних городах и сельских населенных пунктах, характеризуется своей неразвитостью. Методы геостатистической интерполяции позволяют решить данную проблему путем использования многопеременного пространственного моделирования: кокригинга. Таким образом, возникает необходимость в определении критерия выбора метода геостатистической интерполяции в зависимости от количества данных о сделках с земельными участками.

3.4 ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ 3

В ходе анализа результатов применения детерминистических методов интерполяции для целей кадастровой оценки земель малоэтажной жилой застройки населенных пунктов (на примере г. Волгограда) был выявлен ряд серьезных недостатков данной группы методов, которые свидетельствуют о невозможности их применения в рамках поставленной задачи.

Основными недостатками, присущими всем рассмотренным методам детерминистической интерполяции являются: отсутствие возможности характеризовать качество оценки, пренебрежение пространственной корреляцией в данных. Также методы детерминистической интерполяции, аналогично методам регрессионного анализа, дают возможность проводить оценку по выборкам с достаточным количеством данных о сделках с землей.

В результате анализа существующих методов пространственной интерполяции наиболее приемлемыми методами расчёта кадастровой стоимости в рамках ситуации пространственно взаимозависимых исходных данных являются методы геостатистической интерполяции: кригинг/коккригинг. Отличительной особенностью данных методов является то, что существует возможность оценки кадастровой стоимости в случае недостаточности рыночной информации путем введения дополнительных переменных (коккригинг).

Таким образом, для проверки выдвинутой гипотезы, необходимо провести массовую кадастровую оценку земельных участков малоэтажной жилой застройки населенных пунктов Волгоградской области посредством применения методов геостатистической интерполяции. Основной задачей исследований является определение критерия выбора метода геостатистической интерполяции: кригинг/кокригинг, решение которой позволит разработать наиболее универсальную методику массовой кадастровой оценки земельных участков малоэтажной жилой застройки населенных пунктов.

ГЛАВА 4 РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ МАССОВОЙ КАДАСТРОВОЙ ОЦЕНКИ ЗЕМЕЛЬНЫХ УЧАСТКОВ МАЛОЭТАЖНОЙ ЖИЛОЙ ЗАСТРОЙКИ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ МЕТОДАМИ ГЕОСТАТИСТИКИ

4.1 ОПРЕДЕЛЕНИЕ КРИТЕРИЯ ВЫБОРА МЕТОДА ГЕОСТАТИСТИЧЕСКОЙ ИНТЕРПОЛЯЦИИ: КРИГИНГ/КОКРИГИНГ

Модель, полученная при применении метода геостатистической интерполяции: кригинга (см. п. 3.3.3 гл. 3), позволяет с высокой степенью точности проводить оценивание УПКС земельных участков малоэтажной жилой застройки, однако это возможно лишь при достаточном объеме выборки [120]. Для определения количества исходных данных, при котором выбранная модель прекратит соответствовать заявленным требованиям, была смоделирована ситуация недостатка значений рыночных цен земельных участков. Для этого весь массив исходных данных пошагово сокращался на 10 участков, и в каждом случае оценивалась точность полученных моделей. В результате был построен график зависимости средней относительной погрешности от объема выборки (рисунок 4.1).

Из графика видно, что при уменьшении количества значений рыночных цен, наблюдается увеличение значения ошибки аппроксимации, которая при объеме выборки менее 104 участков превышает допустимую величину (15%).

Таким образом, для обеспечения допустимой точности геостатистических моделей кадастровой оценки земельных участков малоэтажной жилой застройки населенных пунктов требуется установить зависимость, позволяющую определить необходимый объем выборки.

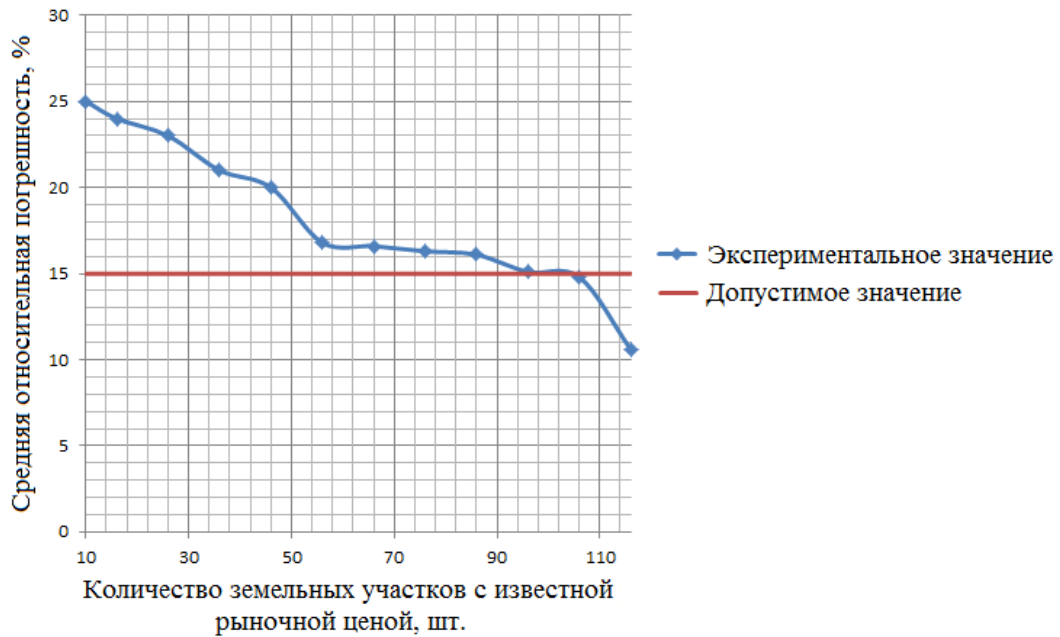


Рисунок 4.1 - График зависимости средней относительной погрешности моделей кригинга от объема выборки

Так как территории, исследуемые в процессе проведения массовой кадастровой оценки, имеют различную площадь, то в данном случае целесообразно рассматривать удельный показатель: плотность выборочной сети.

Минимально допустимая плотность выборочной сети при применении методов геостатистической интерполяции может быть рассчитана по формуле (4.1):

$$\rho_{\min} = \frac{n_{\min}}{S_{\text{окр}}}, \quad (4.1)$$

где n_{\min} – минимальное число соседей, $S_{\text{окр}}$ – площадь окрестности поиска.

Для выбранной модели массовой кадастровой оценки земельных участков малоэтажной жилой застройки населенных пунктов г. Волгограда (см. п. 3.3.3 гл. 3) минимальное число соседей – 2 земельных участка, окрестность поиска задается окружностью с радиусом корреляции $a=1569,7 \text{ м}^2=1,6 \text{ км}^2$, таким образом, минимально допустимая плотность выборочной сети, рассчитанная по формуле (4.1), составляет 0,2 зем. уч./км²:

$$\rho_{\min} = \frac{2}{\pi \cdot a^2} = \frac{2}{\pi \cdot 1.6^2} = 0.2 \frac{\text{зем.уч.}}{\text{км}^2}.$$

В соответствии с экспериментальными данными, ошибка аппроксимации модели не превышает допустимого значения при объеме выборки – 104 земельных участка, при этом площадь исследуемой территории составляет 539,2 км². Следовательно, минимально допустимая плотность выборочной сети, полученная в результате проведенного эксперимента, составляет 0,2 зем. уч./км²:

$$\rho_{\text{экс.}} = \frac{N}{S} = \frac{104}{539.2} = 0.2 \frac{\text{зем.уч.}}{\text{км}^2}, \quad (4.2)$$

где N – минимально допустимое количество земельных участков в выборке, S – площадь исследуемой территории, км².

Равенство значений допустимой плотности выборочной сети, рассчитанной двумя способами, подтверждает возможность применения формулы (4.1) для определения минимально допустимой плотности выборочной сети при применении методов геостатистической интерполяции.

Таким образом, перед началом оценочных работ необходимо провести сравнение фактического показателя плотности выборочной сети с минимально допустимым значением. В случае недостатка исходных данных о значениях рыночных цен земельных участков необходимо дополнить выборку. На территориях с неразвитым рынком недвижимости, на которых невозможно провести сбор дополнительной рыночной информации, существует возможность дополнить выборку сведениями об измерениях дополнительных переменных (ценообразующих факторов) в областях, где отсутствуют данные о сделках с земельными участками. В таком случае, возникает потребность в рассмотрении многопеременного пространственного моделирования, а именно – кокригинга.

Для определения эффективности применения кокригинга в ситуации нехватки данных о значениях рыночных цен земельных участков на территории г. Волгограда была построена дополнительная выборочная сеть, в каждой точке которой были определены значения дополнительных переменных – ценообразующих факторов.

Оптимальной выборочной сетью является регулярная квадратная сетка [4]. Таким образом, для г. Волгограда, при условии соблюдения требований к

плотности сети – 0,2 зем.уч./км², на исследуемой территории была построена регулярная выборочная сеть, представленная на рисунке 4.2.

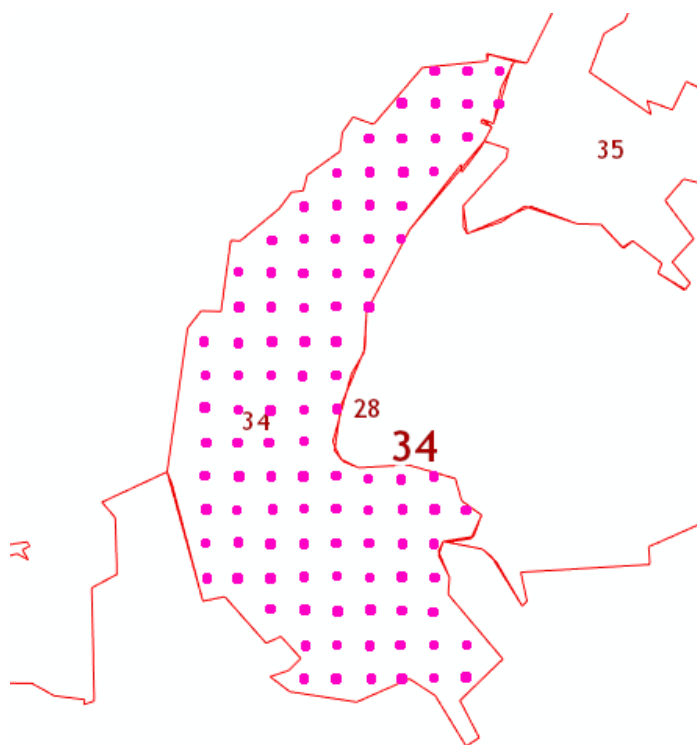


Рисунок 4.2 - Регулярная выборочная сеть земельных участков малоэтажной жилой застройки для территории г. Волгограда

Достижению наилучшего результата при применении методов кокригинга способствует случай частичной гетеротопии, т.е. пространственное взаимное расположение основной и дополнительных переменных должно характеризоваться наличием и общих и различных точек измерений [26]. В связи с чем, выборочная сеть, представленная на рисунке 4.2, была дополнена пунктами измерений, совпадающими с пунктами измерений основной переменной.

Следует отметить, что главное условие возможности и полезности использования дополнительной информации – ее коррелированность с основной оцениваемой переменной. Кокригинг требует намного большего количества оценок, которые включают как оценку автокорреляции для каждой переменной, так и взаимной корреляции для дополнительной переменной с основной [26].

В п.2.3.2 гл. 2 был выявлен ряд ценообразующих факторов, влияющих на значение кадастровой стоимости земель г. Волгограда с ВРИ – для малоэтажного жилищного строительства. В соответствии с данными проведенного

корреляционного анализа для построения модели кадастровой оценки методом многопеременного пространственного моделирования в качестве дополнительной переменной был выбран наиболее значимый фактор: расстояние от объекта до историко-культурного центра населенного пункта (см. п. 2.3.2 гл. 2).

Для дополнительной переменной было выявлено наличие тренда, выраженного полиномом третьего порядка (рисунок 4.3).

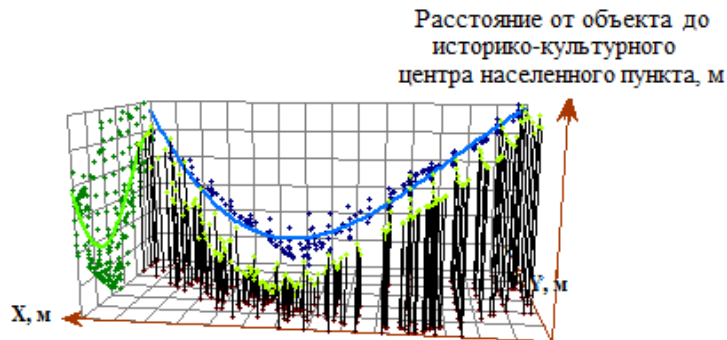


Рисунок 4.3 - Проверка выборочных данных на наличие тренда

С учетом выявленного тренда была построена полувариограмма и установлено наличие автокорреляции, радиус влияния – 11458 м (рисунок 4.4).

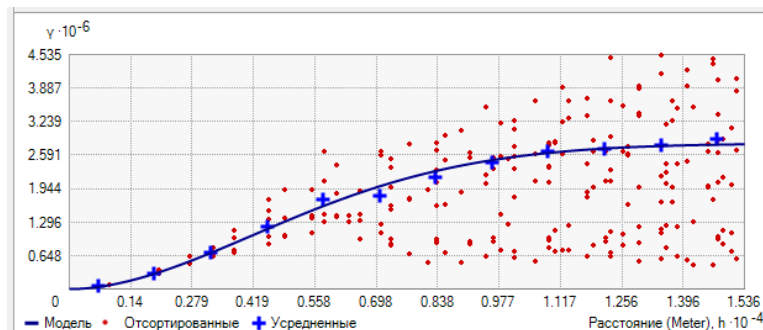


Рисунок 4.4 - График экспериментальной полувариограммы выборки дополнительной переменной

Для проверки эффективности введения в геостатистическую модель выборки измерений дополнительной переменной в рамках смоделированной ситуации нехватки значений рыночных цен земельных участков весь массив измерений основной переменной пошагово увеличивался на 10 значений, в каждом случае оценивалась точность полученных моделей (рисунок 4.5).

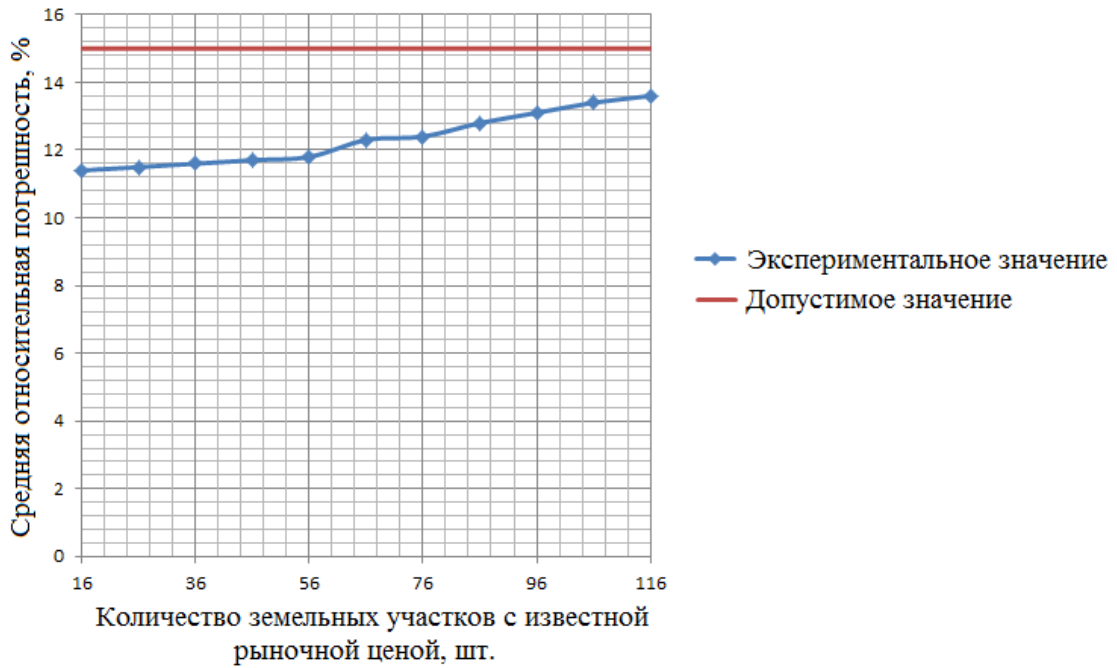


Рисунок 4.5 - График зависимости средней относительной погрешности моделей кокригинга от объема выборки

График показывает, что дополнительная информация способствует оценке основной переменной в областях с отсутствием сведений о рыночной цене земельных участков. Кроме того, следует отметить, что значение средней относительной погрешности возрастает при увеличении объема выборки рыночных цен. Это объясняется тем, что в рыночных ценах уже учтены значения факторов, влияющих на их стоимость, поэтому, в случае их повторного включения в модель возникает ситуация избыточного количества информации, что ведет к увеличению ошибки оценки [115].

Минимальное значение ошибки аппроксимации наиболее точной модели, построенной при применении кокригинга, составляет 0.3%, максимальное – 14.7%, среднее – 11.4%. Данная модель пригодна для определения УПКС земельных участков малоэтажной жилой застройки г. Волгограда, карта проинтерполированных значений представлена на рисунке 4.6.

Таким образом, в ходе исследований было выявлено, что введение в модель дополнительных переменных ведет к уменьшению ошибки аппроксимации в случае нехватки измерений основной переменной.

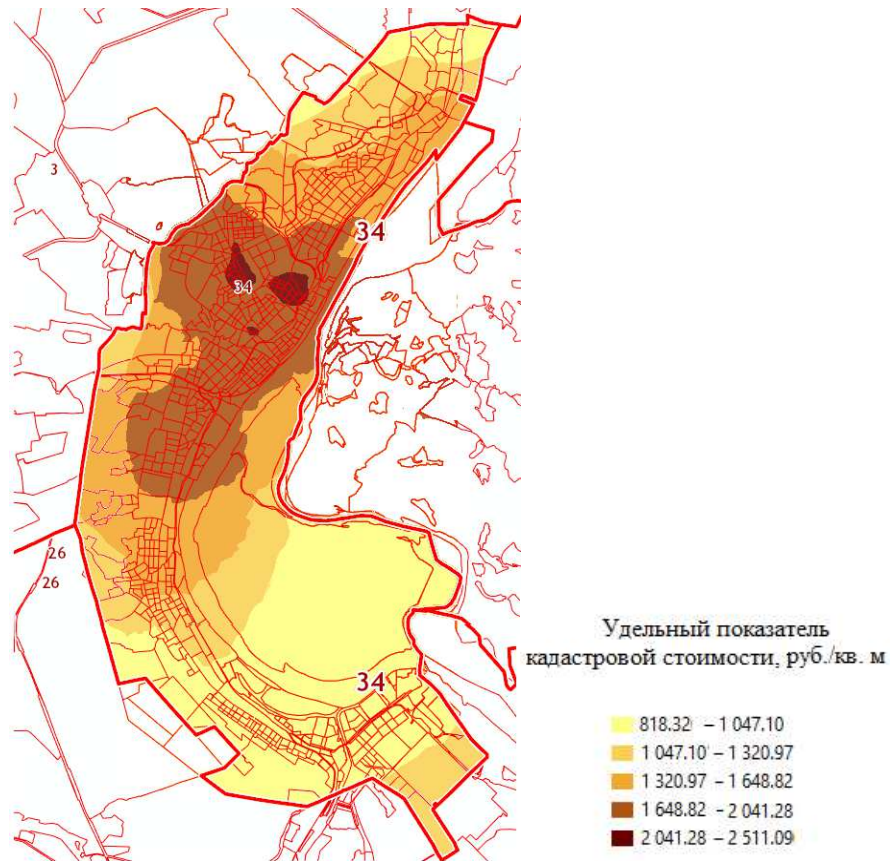


Рисунок 4.6. Карта проинтерполированных значений УПКС г. Волгограда (кокригинг)

Совместное представление двух кривых на одном графике позволяет определить наиболее точный метод кадастровой оценки в зависимости от количества рыночной информации (рисунок 4.7).

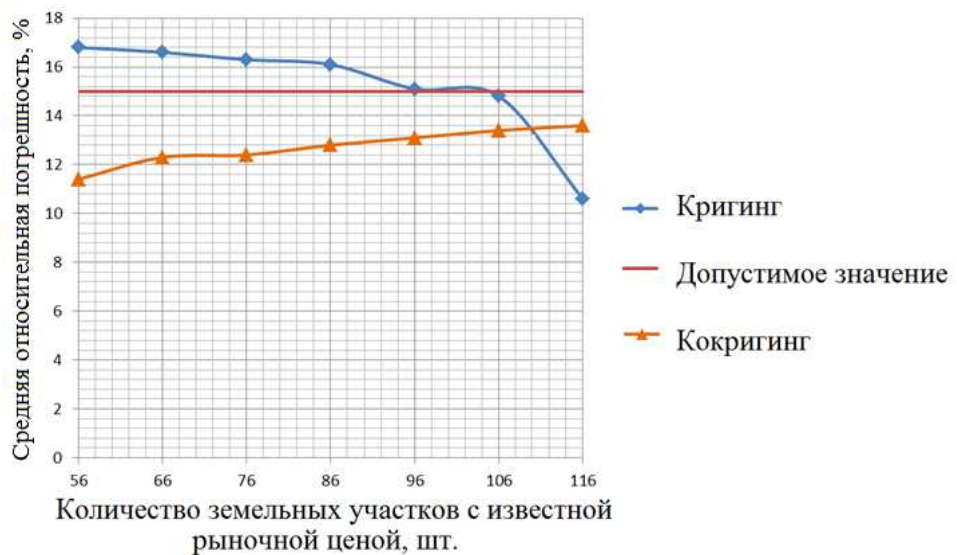


Рисунок 4.7 - График зависимости средней относительной погрешности от объема выборки рыночных цен земельных участков

График демонстрирует, что при наличии данных о сделках более чем с 110 земельными участками наилучших результатов позволяет добиться применение метода кригинга, в противном случае – кокригинга.

Исследования, проводимые на территории г. Всеволожска (Ленинградская область) также доказали возможность применения данного подхода для решения задачи выбора метода геостатистической интерполяции для целей кадастровой оценки земельных участков ИЖС [87].

Однако, данный показатель не всегда является критерием перехода от метода кригинга к многопеременному пространственному моделированию по двум причинам:

- во-первых, применение кокригинга наиболее трудозатратно в связи с необходимостью проведения дополнительных работ по сбору информации о ценообразующих факторах и не оправдывается в случае соблюдения требований к точности моделей, построенных методом кригинга [82];

- во-вторых, поведение кривых средней относительной погрешности кригинга/кокригинга при различных условиях может описываться тремя способами, которые схематично представлены на рисунке 4.8.

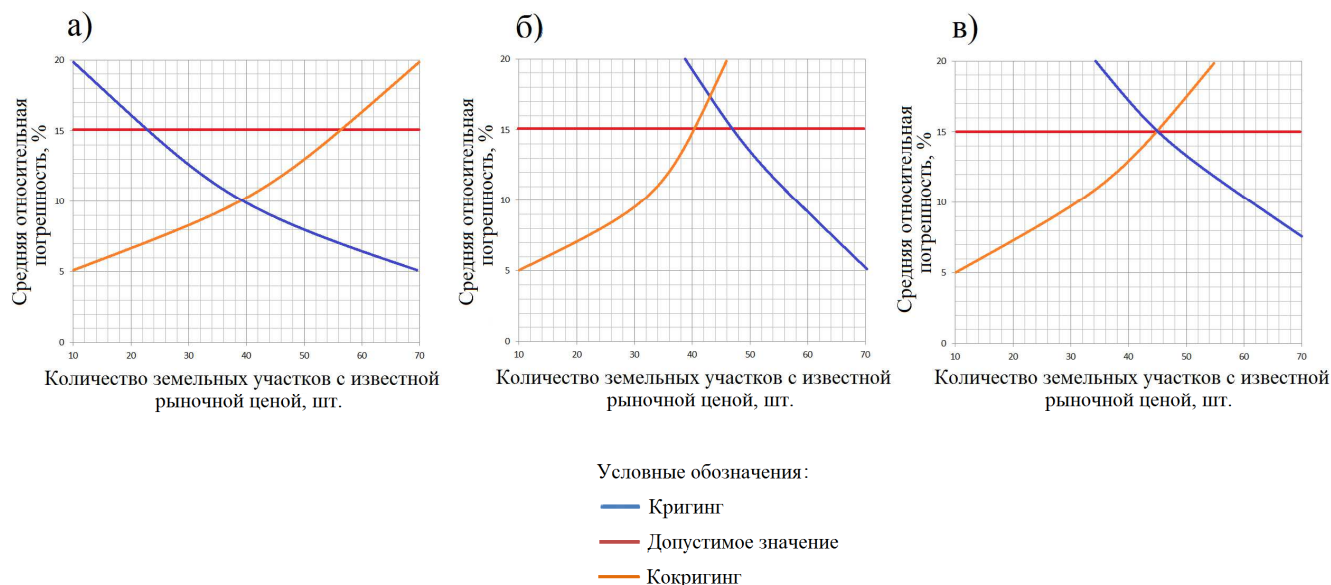


Рисунок 4.8 – Варианты пересечения кривых средней относительной погрешности моделей при применении метода кригинга/кокригинга: а) – ниже допустимого значения; б) – выше допустимого значения; в) – совпадает с допустимым значением

Анализ графиков показал, что если точка пересечения кривых лежит выше допустимого значения 15%, то установить необходимость перехода к многопеременному пространственному моделированию без дополнительных условий невозможно (рисунок 4.8 (б)).

Таким образом, сначала необходимо определить допустимое значение плотности выборочной сети, после чего дополнить выборку значениями о ценообразующих факторах, при этом уменьшив количество данных об измерениях основной переменной – рыночной цене земельных участков во избежание возникновения избыточной информации и соблюдения требований к точности построенной модели.

Следовательно, необходимость сбора дополнительной информации и перехода к многопеременному пространственному моделированию, в первую очередь, возникает в том случае, если плотность выборочной сети не достигает минимально допустимого значения.

4.2 ПОСТРОЕНИЕ ГЕОСТАТИСТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КАДАСТРОВОЙ СТОИМОСТИ ЗЕМЕЛЬНЫХ УЧАСТКОВ МАЛОЭТАЖНОЙ ЖИЛОЙ ЗАСТРОЙКИ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Выбор метода геостатистического моделирования удельных показателей кадастровой стоимости земельных участков малоэтажной жилой застройки населенных пунктов Волгоградской области в отношении II-IV подгрупп (см. таблицу 2.3 п. 2.2 гл. 2) проводился на основании оценки плотности выборочной сети (таблица 4.1).

Так как оценить площадь, занятую городскими и сельскими населенными пунктами Волгоградской области не представляется возможным из-за их большого количества и отсутствия в общем доступе необходимой информации, в качестве площади исследуемой территории для III и IV подгруппы была принята площадь субъекта РФ – Волгоградской области. Данное допущение приемлемо,

так как создает более жесткие условия для определения метода геостатистической интерполяции.

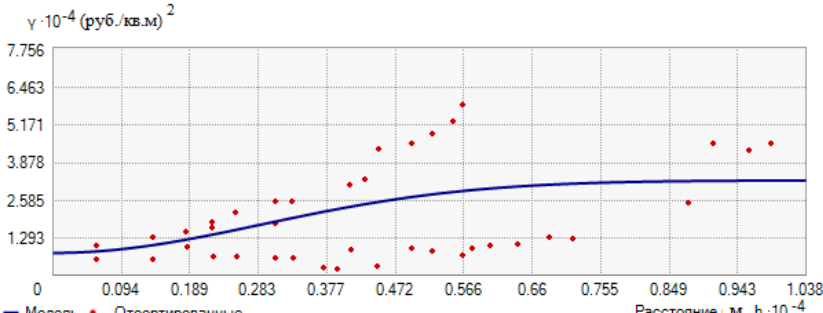
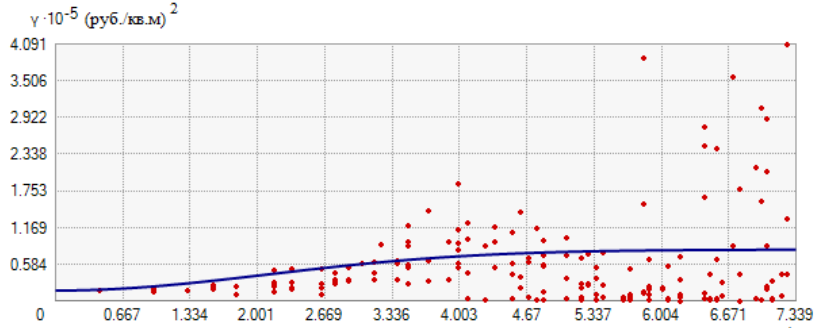
Таблица 4.1 – Выбор метода геостатистической интерполяции

№ подгруппы	Наименование подгруппы	Количество земельных участков в обучающей выборке, шт.	Радиус влияния, км	Площадь исследуемой территории, км ²	Плотность выборочной сети, зем.уч./км ²	Минимально допустимая плотность выборочной сети, зем.уч./км ²	Метод геостатистической интерполяции
II	«Города областного подчинения» (ГНП)	21	7,0	421	0,0499	0,0130	Кригинг
III	«Остальные населенные пункты» (ГНП)	79	51,4	112877	0,0007	0,0002	Кригинг
IV	«Все ЗУ СНП»	103	18,8	112877	0,0009	0,0018	Кокригинг

Таким образом, было выявлено, что для кадастровой оценки земельных участков малоэтажной жилой застройки городских населенных пунктов Волгоградской области необходимо применять методы кригинга, а для сельских населенных пунктов необходимо дополнить выборку сведениями об измерениях дополнительных переменных и проводить кадастровую оценку посредством применения многопеременного пространственного моделирования: кокригинга.

Выбор оптимального сочетания метода кригинга и типа модели полувариограммы для построения моделей расчета УПКС земельных участков малоэтажной жилой застройки для II и III подгрупп проводился при использовании результатов «перекрестных проверок» по алгоритму, описанному в п. 3.3.3 гл. 3. Характеристики отобранных моделей представлены в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Модели кадастровой оценки земельных участков малоэтажной жилой застройки городских населенных пунктов Волгоградской области

Наименование подгруппы	Метод кригинга и тип модели полувариограммы	График экспериментальной полувариограммы	Уравнение, описывающее выбранную модель полувариограммы
«Города областного подчинения» (ГНП)	Ординарный кригинг, Гауссова модель		$\gamma(h) = 7705.3 + 25032 \left[1 - \exp\left(\frac{-3h^2}{7046^2}\right) \right]$
«Остальные населенные пункты» (ГНП)	Ординарный кригинг, Гауссова модель		$\gamma(h) = 16374 + 65174 \left[1 - \exp\left(\frac{-3h^2}{51424^2}\right) \right]$

Для определения адекватности построенных моделей были рассчитаны показатели, позволяющие оценить их качество (таблица 4.3).

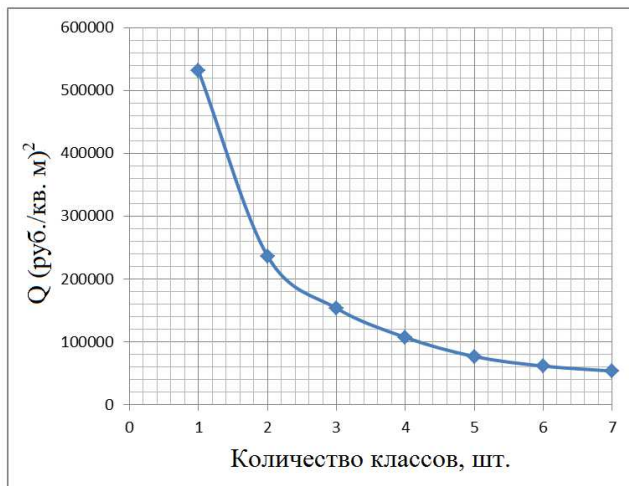
Таблица 4.3 – Оценка качества моделей расчета УПКС земельных участков II и III подгрупп на обучающей выборке

Наименование подгруппы	Минимальное значение ошибки аппроксимации, %	Максимальное значение ошибки аппроксимации, %	Средняя относительная погрешность, %
«Города областного подчинения» (ГНП)	0,4	14,9	6,4
«Остальные населенные пункты» (ГНП)	0,7	14,8	10,5

Таким образом, модели расчета УПКС земельных участков II и III подгруппы удовлетворяют требованиям к точности, представленным в п. 2.1 гл. 2, и могут использоваться для определения УПКС земельных участков малоэтажной жилой застройки городских населенных пунктов Волгоградской области.

Для отображения результатов моделирования УПКС земельных участков II и III подгруппы на карте, было определено количество классов, на которое необходимо разделить массив данных (рисунок 4.9).

а)



б)

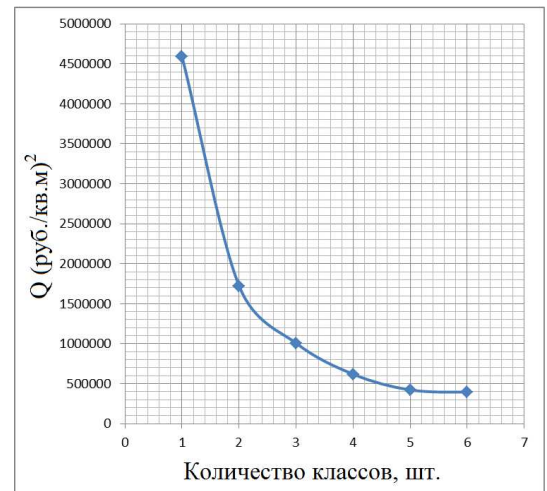


Рисунок 4.9 - График зависимости функционала величины информации от количества классов:

а) - для выборки II подгруппы; б) – для выборки III подгруппы

Анализ графиков показал, что для получения объективной картины достаточно ограничиться отображением пяти классов.

Карта проинтерполированных значений УПКС земельных участков малоэтажной жилой застройки II и III подгрупп представлена на рисунке 4.10.

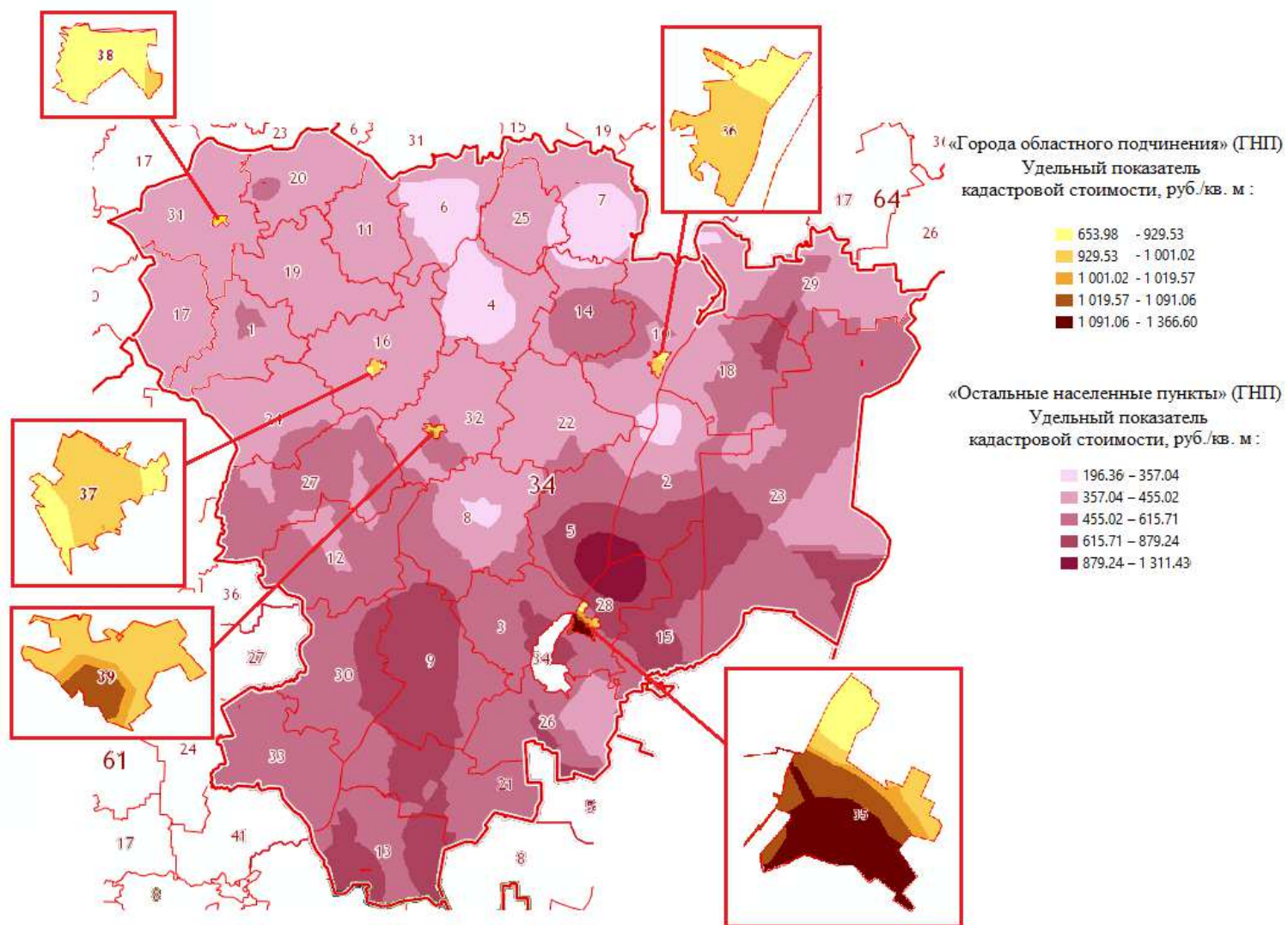


Рисунок 4.10 - Карта проинтерполированных значений УПКС земельных участков малоэтажной жилой застройки II и III подгрупп (кригинг)

В рамках выявленной ситуации нехватки исходных данных о значениях рыночных цен земельных участков IV подгруппы была выявлена необходимость применения многопеременного пространственного моделирования: кокригинга, вследствие чего, для увеличения плотности выборки до требуемого значения – 0,0018 зем. уч./км², была построена регулярная выборочная сеть, содержащая данные о ценообразующих факторах (рисунок 4.11).

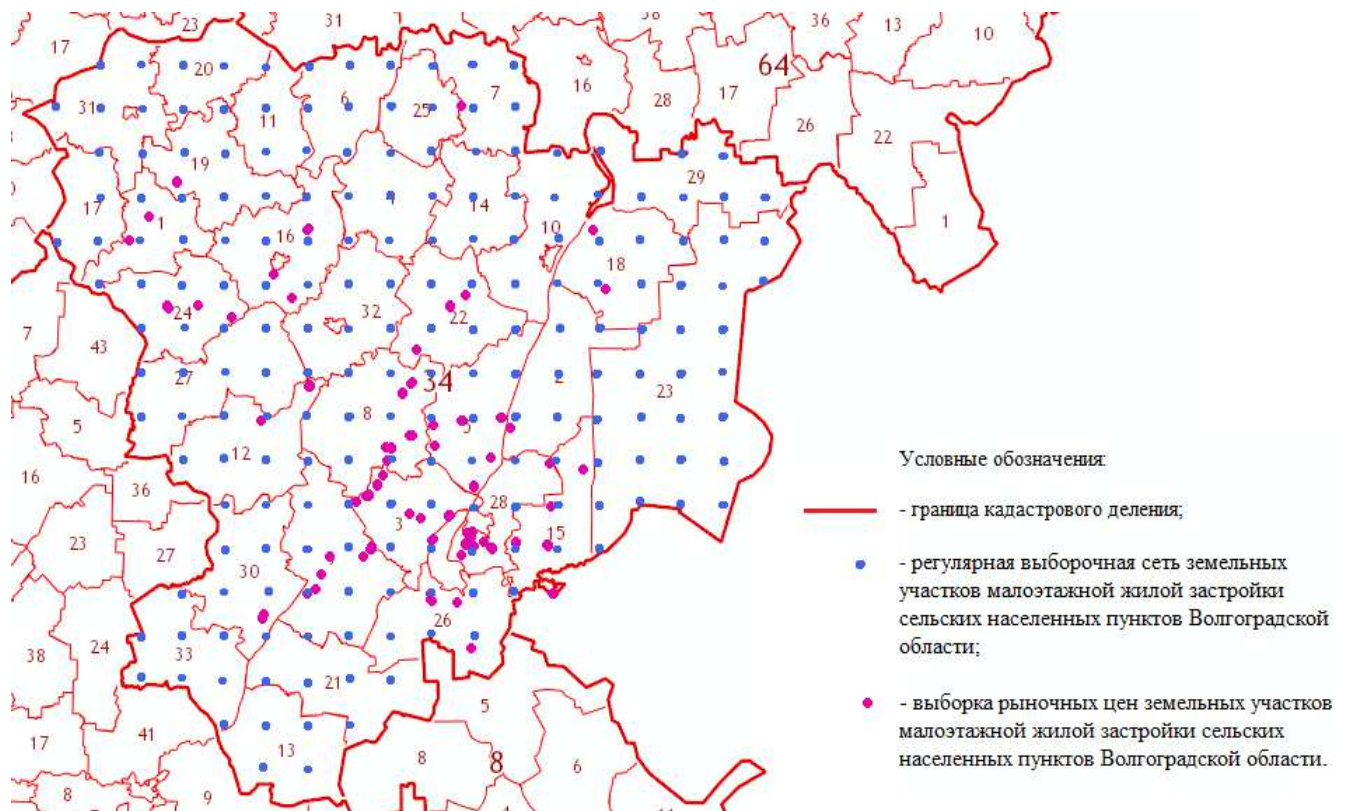


Рисунок 4.11 - Выборочная сеть земельных участков малоэтажной жилой застройки для построения модели УПКС IV подгруппы посредством применения кокригинга

В качестве дополнительных переменных были выбраны факторы, имеющие наибольшее значение коэффициента корреляции с основной переменной (п. 2.3.2 гл. 2): численность населения в муниципальном районе, городском округе; расстояние от населенного пункта до столицы субъекта РФ.

В ходе исследований дополнительных переменных было выявлено наличие тренда и пространственной автокорреляции (таблица 4.4).

Таблица 4.4 – Анализ дополнительной выборочной сети

Ценообразующий фактор	Анализ тренда	Порядок полинома	Экспериментальная полувариограмма	Радиус влияния, м
Численность населения в муниципальном районе, городском округе	Отсутствует	-		168561
Расстояние от населенного пункта до столицы субъекта РФ	<p>Расстояние от населенного пункта до столицы субъекта РФ, м</p>	Второй		100860

При построении моделей расчета УПКС земельных участков малоэтажной жилой застройки сельских населенных пунктов Волгоградской области по аналогии с предыдущими исследованиями посредством применения метода «перекрестных проверок» было определено оптимальное сочетание ординарного кригинга и Гауссовой модели полувариограммы.

Кроме того, в рамках исследования было произведено сопоставление результатов моделирования двумя методами и было выявлено, что включение в модель дополнительных переменных позволяет улучшить ее качество (таблица 4.5).

Таблица 4.5 – Оценка качества модели расчета УПКС земельных участков IV подгруппы

Показатель	Кригинг	Кокригинг
Минимальное значение ошибки аппроксимации, %	0,1	0,9
Максимальное значение ошибки аппроксимации, %	78,9	15,2
Средняя относительная погрешность, %	21,8	11,3

Таким образом, в рамках сложившейся ситуации, для целей кадастровой оценки земельных участков малоэтажной жилой застройки сельских населенных пунктов Волгоградской области необходимо применять метод многопеременного пространственного моделирования: ординарный кокригинг, используя при этом Гауссову модель полувариограммы.

Уравнение, описывающее выбранную модель полувариограммы, определяется формулой (4.4):

$$\gamma(h) = 1310.4 + 8860.3 \left[1 - \exp\left(\frac{-3h^2}{13007^2}\right) \right] \quad (4.4)$$

При создании карты проинтерполированных значений можно ограничиться отображением пяти классов (рисунок 4.12).

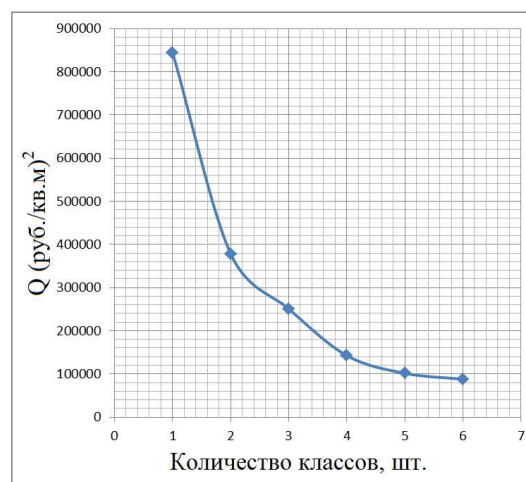


Рисунок 4.12 - График зависимости функционала величины информации от количества классов для выборки IV подгруппы

Результаты определения УПКС земельных участков малоэтажной жилой застройки населенных пунктов IV подгруппы представлены на карте проинтерполированных значений (рисунок 4.13).

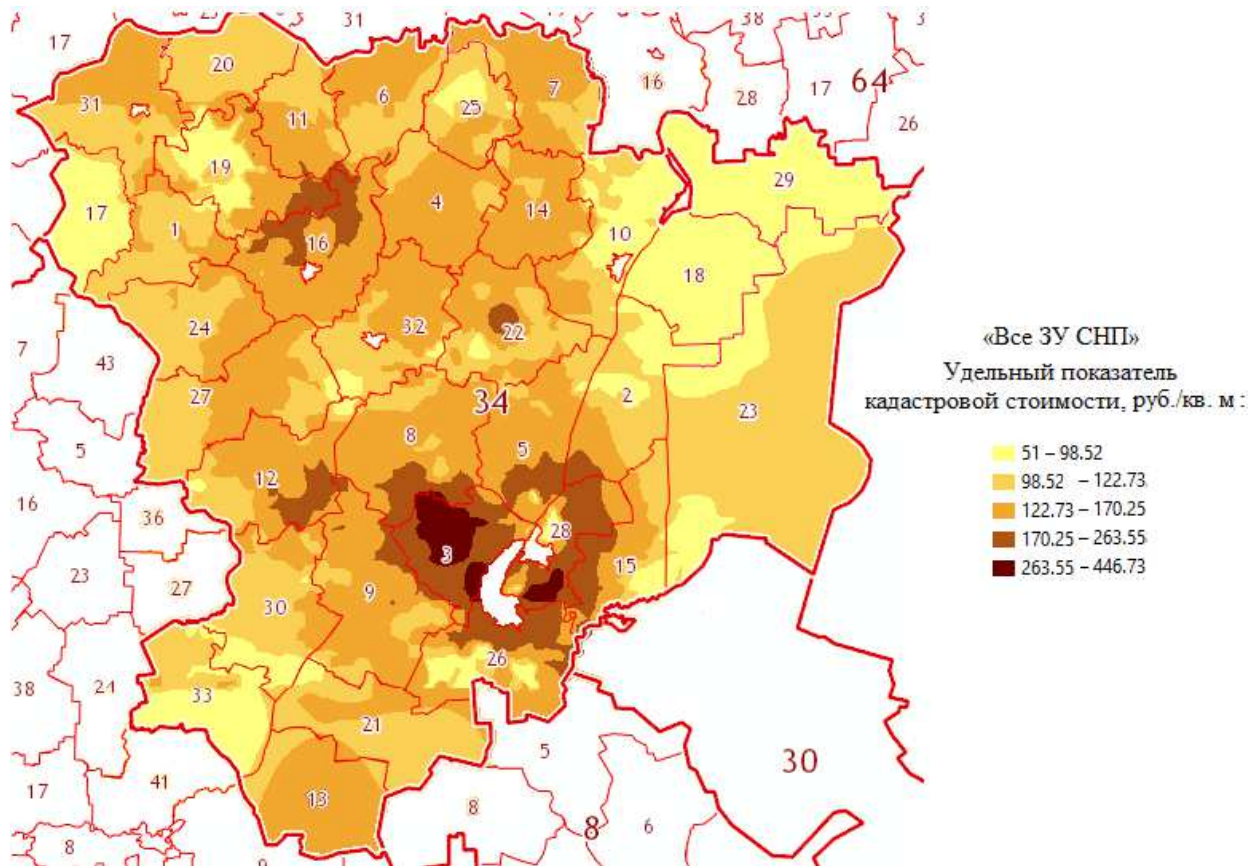


Рисунок 4.13 - Карта проинтерполированных значений УПКС земельных участков малоэтажной жилой застройки IV подгруппы (кокригинг)

Для получения наиболее полной оценки качества построенных моделей необходимо определить значения ошибок, возникающих при оценивании земельных участков контрольных выборок.

4.3 СОПОСТАВЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ МЕТОДОМ РЕГРЕССИОННОГО АНАЛИЗА И МЕТОДАМИ ГЕОСТАТИСТИЧЕСКОЙ ИНТЕРПОЛЯЦИИ

В результате исследований в области применения методов геостатистической интерполяции для массовой кадастровой оценки земель малоэтажной жилой застройки населенных пунктов Волгоградской области были получены результаты, превосходящие показатели кадастровой оценки земель,

полученные при использовании традиционного метода непространственной статистики. Таким образом, порядок действий при проведении кадастровой оценки земель малоэтажной жилой застройки населенных пунктов подлежит корректировке. Принципиальные отличия двух рассматриваемых методик приведены в таблице 4.6 [82].

Таблица 4.6 – Последовательность действий при проведении кадастровой оценки

№ п/п	Методика 2007 года	Методика, основанная на применении методов геостатистической интерполяции	
		Кригинг	Кокригинг
1	Определение состава факторов стоимости земельных участков	–	
2	Сбор сведений о значениях факторов стоимости земельных участков	–	
3	Группировка земельных участков	Группировка земельных участков	
4	Сбор рыночной информации о земельных участках и иных объектах недвижимости	Сбор рыночной информации о земельных участках и иных объектах недвижимости	
5	–	Анализ данных на наличие пространственной автокорреляции	
6	–	Определение допустимого значения плотности выборочной сети	
7	–	–	Определение состава факторов стоимости, сбор сведений о значениях факторов стоимости
8	Построение статистической модели расчета кадастровой стоимости земельных участков (функциональной зависимости стоимости земельных участков от факторов стоимости)	Построение геостатистической модели расчета кадастровой стоимости земельных участков (на основе учета пространственной автокорреляции между опорными точками)	Построение геостатистической модели расчета кадастровой стоимости земельных участков (на основе учета пространственной автокорреляции между опорными точками)
9	Расчет кадастровой стоимости земельных участков	Расчет кадастровой стоимости земельных участков	Расчет кадастровой стоимости земельных участков

Сопоставление результатов кадастровой оценки земельных участков малоэтажной жилой застройки проводилось на основании данных о значениях ошибки аппроксимации для обучающих и контрольных выборок (таблица 4.7).

Расчет ошибок аппроксимации моделей геостатистической интерполяции УПКС и кадастровой стоимости земельных участков для обучающих выборок II-IV подгрупп приведен в приложении Б, для контрольных выборок I-IV подгрупп – в приложении В.

Таблица 4.7 – Оценка качества моделей

Наименование подгруппы	Значение ошибки аппроксимации Регрессионной модели, %			Значение ошибки аппроксимации Геостатистической модели, %		
	Минимальное	Среднее	Максимальное	Минимальное	Среднее	Максимальное
Обучающая выборка						
«Город Волгоград» (ГНП)	0,2	12,2	28,2	0,1	10,6	15,0
«Города областного подчинения» (ГНП)	0,1	6,7	23,0	0,4	6,4	14,9
«Остальные населенные пункты» (ГНП)	1,4	16,1	45,0	0,7	10,5	14,8
Все ЗУ СНП	1,2	30,6	108,2	0,9	11,3	15,2
Контрольная выборка						
«Город Волгоград» (ГНП)	27,2	29,4	31,0	4,8	11,2	14,4
«Города областного подчинения» (ГНП)	1,6	9,1	18,6	0,3	6,5	13,8
«Остальные населенные пункты» (ГНП)	30,6	32,7	35,0	4,03	10,8	14,3
Все ЗУ СНП	4,5	43,1	71,8	5,8	11,3	14,0

Сравнительный анализ результатов показал, что применение методов геостатистической интерполяции для целей массовой кадастровой оценки земель малоэтажной жилой застройки населенных пунктов позволяет повысить точность определения кадастровой стоимости объектов оценки. Таким образом, предложенная методика является наиболее приемлемой для проведения ГКО земельных участков малоэтажной жилой застройки населенных пунктов при наличии автокорреляции в исходных данных.

4.4 ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ 4

Анализ результатов массовой кадастровой оценки земель малоэтажной жилой застройки населенных пунктов Волгоградской области показал, что применение метода кригинга предоставляет возможность повысить объективность решения поставленной задачи посредством учета пространственного положения земельных участков и взаимозависимости значений их рыночных цен, при этом исключив влияние субъективной составляющей посредством отказа от необходимости установления значимых ценообразующих факторов и определения их значений. Помимо этого, использование методов геостатистической интерполяции дает возможность проводить кадастровую оценку на территориях с недостаточно развитым рынком недвижимости в ситуации нехватки данных о рыночных ценах земельных участков при помощи многопеременного пространственного моделирования (кокригинга) [121]. Основное отличие кокригинга от кригинга в том, что для повышения точности результатов кадастровой оценки, помимо оценивания основной переменной (рыночной цены), в модель необходимо включать измерения дополнительных переменных (ценообразующих факторов). Использование данных о значениях ценообразующих факторов позволяет проводить оценку в областях, которые для основной переменной были зоной экстраполяции, но при использовании дополнительных переменных становятся зоной интерполяции [87].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Настоящая диссертационная работа представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой на базе теоретических и практических исследований решена задача: обоснован выбор метода геостатистической интерполяции при определении кадастровой стоимости земельных участков малоэтажной жилой застройки населенных пунктов в зависимости от степени развитости рынка недвижимости.

Основные научные и практические результаты работы заключаются в следующем:

- Выявлен ряд существенных недостатков действующей методики, обусловленных отсутствием жестких требований к составу ценообразующих факторов и объему выборки исходных данных, а также игнорированием взаимозависимости в значениях рыночных цен земельных участков. В связи с чем, обоснована необходимость поиска более корректного метода кадастровой оценки, свободного от выявленных недостатков.

- Доказана необходимость применения методов геостатистической интерполяции при проведении кадастровой оценки земельных участков малоэтажной жилой застройки населенных пунктов. На основе анализа научных исследований в области массовой оценки объектов недвижимости в России и за рубежом, нормативно-правовой литературы, практического опыта осуществления оценочных работ, а также собственных исследований автора было установлено, что наиболее приемлемым методом моделирования УПКС в условиях пространственно-распределенных исходных данных является метод пространственной интерполяции. Анализ результатов применения детерминистических методов позволил выявить ряд серьезных недостатков, основными из которых являются: пренебрежение пространственной корреляцией в исходных данных и отсутствие возможности проводить оценку по выборкам с недостаточным количеством данных о сделках с землей, свидетельствующих о невозможности их использования в рамках поставленной задачи. В ходе исследований было установлено наличие пространственной автокорреляции в

исходных данных и обоснована возможность моделирования пространственной структуры данных о сделках при определении кадастровой стоимости земельных участков малоэтажной жилой застройки населенных пунктов, на которой основаны методы геостатистической интерполяции. В результате апробации методов пространственной интерполяции было определено, что наиболее приемлемыми для целей расчёта кадастровой стоимости в рамках ситуации пространственно взаимосвязанных исходных данных являются методы геостатистической интерполяции: кригинг/кокригинг.

- Разработана методика массовой кадастровой оценки земельных участков малоэтажной жилой застройки, основанная на применении методов геостатистики и предложен критерий выбора метода геостатистической интерполяции в зависимости от степени развитости рынка недвижимости. В рамках поставленной задачи была доказана обратно пропорциональная зависимость средней относительной погрешности от количества значений рыночных цен земельных участков малоэтажной жилой застройки населенных пунктов при применении метода кригинга. Таким образом, для повышения точности результатов кадастровой оценки в ситуации нехватки данных о значениях рыночных цен земельных участков было предложено включать в модель дополнительные переменные посредством применения многопеременного пространственного моделирования: кокригинга. На основе экспериментальных исследований было установлено, что критерием перехода от кригинга к кокригингу является критическое значение плотности выборочной сети, которое определяется на основании расчетного значения радиуса влияния, полученного в результате моделирования пространственной структуры данных.

- Апробация предлагаемой методики определения кадастровой стоимости земельных участков малоэтажной жилой застройки, основанной на использовании методов геостатистической интерполяции, была произведена для Волгоградской области. Расчет УПКС земельных участков показал, что они сопоставимы с рыночными данными, то есть являются объективными. Величины средней

относительной погрешности построенных моделей не превысили допустимого значения - 15%.

Сопоставление результатов моделирования методом регрессионного анализа и методами геостатистической интерполяции позволило доказать преимущества предложенного подхода для определения кадастровой стоимости земельных участков малоэтажной жилой застройки населенных пунктов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Айвазян, С.А. Прикладная статистика. Исследование зависимостей: Справочное пособие [Текст] / С.А. Айвазян, И.Г. Енюков, Л.Д. Мешалкин. - М.: Финансы и статистика, 1985. - 187 с.
2. Акимова, М.С. Нововведения в государственной кадастровой оценке [Текст] / М.С. Акимова, Я.Р. Мязсалу // Успехи современной науки. – 2016. –Т. 3. – № 11. – С. 107-109.
3. Актуганова, Х.Г. К вопросу о государственной кадастровой оценке земель в населенных пунктах [Текст] / Х.Г. Актуганова, Т.А. Дмитриева // Инновации, экобезопасность, техника и технологии в производстве и переработке сельскохозяйственной продукции. – Уфа: Башкирский государственный аграрный университет, 2012. – С. 172-176.
4. Армстронг, М. Основы линейной геостатистики [Текст] / М. Армстронг, пер. с англ. Р.М. Фомкина. – 1998. –149 с.
5. Басаргин, А.А. Вариограммный и ковариационный анализ результатов наблюдений за осадкой фундаментов инженерного сооружения [Текст] / А.А. Басаргин // Интерэкспо Гео-Сибирь. - Новосибирск: Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 2011. – Т.1. - №1. – С. 13-17.
6. Безруков, В.Б. Налогообложение и кадастровая оценка недвижимости: монография [Текст] / В.Б. Безруков, М.Н. Дмитриев, А.В. Пылаева. – Н.Новгород: ННГАСУ, 2011. – 155 с.
7. Безруков, В.Б. О реализации проекта «Разработка и тестирование системы кадастровой (массовой) оценки объектов недвижимости» [Текст] / В.Б. Безруков, А.В. Пылаева // Имущественные отношения в Российской Федерации. – М.: Международная академия оценки и консалтинга, 2010. – №3. – С. 24-28.
8. Безруков, В.Б. Проблемы применения кадастровой стоимости объектов недвижимости в налогообложении [Текст] / В.Б. Безруков // Вестник Росреестра. – 2011. – №3(9). – С. 57-60.

9. Беляева, А.В. Пространственные модели в массовой оценке собственности объектов недвижимости [Текст]: диссертация ... канд. технических наук: 05.13.10 / Беляева Анна Валерьевна. - Москва, 2014. - 122 с.

10. Березина, Е. Дороже земля - выше ответственность [Электронный ресурс] / Е. Березина // Российская Бизнес-газета. – 2014. - №961. – Режим доступа: <http://www.rg.ru/2014/08/19/rosreestr.html> (дата обращения: 01.02.2015).

11. Березина, Е. Земля стоит дешевле [Электронный ресурс] / Е. Березина // Российская Бизнес-газета. – 2015. – №986. – Режим доступа: <http://www.rg.ru/2015/02/24/zemlja.html> (дата обращения: 01.02.2015).

12. Буянов, А.Ю. Кадастровая оценка: кто не виноват и что делать [Текст] / А.Ю. Буянов // Имущественные отношения в Российской Федерации. – М.: Международная академия оценки и консалтинга, 2013. - №10 (145). – С.72-81.

13. Варламов, А.А. Земельный кадастр. В 6 т. Т.4. Оценка земель: учеб. для вузов по спец. 310900, 311000, 311100 [Текст] / А.А. Варламов. – М.: Колосс, 2006. – 463с.

14. Варламов, А.А. Земельный кадастр. В 6 т. Т.5. Оценка земли и иной недвижимости: учеб. для вузов [Текст] / А.А. Варламов, А.В. Севостьянов. – М.: Колосс, 2006. – 265 с.

15. Вдовенко, А.В. Совершенствование государственной кадастровой оценки земель населенных пунктов [Текст] / А.В. Вдовенко, Е.А. Викторова, Л.К. Лазарева // Дальний восток: проблемы развития архитектурно-строительного комплекса. – Хабаровск: Тихоокеанский государственный университет, 2014. – №1. – С. 477-479.

16. Верховина, А.В. Обзор судебной практики по вопросам регулирования оценочной деятельности [Текст] / А.В. Верховина // Вопросы оценки. – 2002. - №1. – С. 51-57.

17. Вессели, Р. Государственная кадастровая (массовая) оценка для целей налогообложения – российский и зарубежный опыт [Текст] / Р. Вессели, А. Ланкин // Экономические стратегии. – 2008. – № 2. – С. 124–131.

18. Вессели, Р. Массовая оценка недвижимости – многофункциональный инструмент для стран в переходном периоде [Текст] / Р. Вессели, А. Ланкин // Налоговая оценка недвижимости и развитие институтов имущественного налогообложения: докл. междунар. конф. – М., 2005.

19. Вессели, Р. Опыт кадастровой оценки земель в России [Текст] / Р. Вессели // Налоговая оценка недвижимости и развитие институтов имущественного налогообложения: доклад междунар. конф. – Москва, 2005.

20. Викторова, Е.А. Проблемы кадастровой оценки земель населенных пунктов [Текст] / Е.А. Викторова // Современные проблемы экономического развития предприятий, отраслей, комплексов, территорий: Материалы международной научно-практической конференции. – Хабаровск: Тихоокеанский государственный университет, 2014. – С. 222-225.

21. Грибовский, С.В. Математические методы оценки стоимости недвижимого имущества: учебное пособие [Текст] / С.В. Грибовский, С.А. Сивец. – М.: Финансы и статистика, 2008. – 368 с.

22. Григорьев, В.В. Совершенствование механизма управления государственной кадастровой оценкой в Российской Федерации [Текст] / В.В. Григорьев // Управленческие науки. – М.: Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, 2016. – №2. – С. 83-90.

23. Грязнова, А.Г. Оценка недвижимости. Учебник. – 2-е изд., перераб. и доп. [Текст] / А.Г. Грязнова, М.А. Федотова. – М.: Финансы и статистика, 2007. – 560 с.

24. Демидова, П.М. Определение кадастровой стоимости земель садоводческих некоммерческих объединений Ленинградской области методами геостатистики [Электронный ресурс] / П.М. Демидова // Инженерный вестник Дона. – 2013. – №1 (24). – Режим доступа: <http://www.ivdon.ru/magazine/archive/n1y2013/1538> (дата обращения: 11.06.2016).

25. Демидова, П.М. Разработка геостатистической модели определения кадастровой стоимости земель садоводческих некоммерческих объединений

Ленинградской области [Текст]: диссертация ... канд. технических наук: 25.00.26 / Демидова Полина Михайловна. - Санкт-Петербург, 2013. - 141 с.

26. Демьянов, В.В. Геоestatистика: теория и практика [Текст] / В.В. Демьянов, Е.А. Савельева – М.: Наука, 2010. – 327 с.

27. Детерминированные методы пространственной интерполяции [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://desktop.arcgis.com/ru/arcmap/10.3/guide-books/extensions/geostatistical-analyst/deterministic-methods-for-spatial-interpolation.htm> (дата обращения 01.12.2016).

28. Елисеева, И.И. Эконометрика: учебное пособие [Текст] / И.И. Елисеева. – М.: Финансы и статистика, 2003. – 344 с.

29. Земельный кодекс Российской Федерации: Закон Российской Федерации от 25.10.2001 г. №136-ФЗ // Собрание законодательства РФ. – 2001. – №44. – ст. 4147.

30. Ибрагимов, Л.Г. Причины возникновения споров по результатам кадастровой оценки земель населенных пунктов [Текст] / Л.Г. Ибрагимов, Л.С. Сабитов // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2015. – Т. 10. – № 4. – С. 20-23.

31. Каневский, М.Ф. Элементарное введение в геоestatистику [Текст] / М.Ф. Каневский, В.В. Демьянов, Е.А. Савельева, С.Ю. Чернов, В.А. Тимонин // Проблемы окружающей среды и природных ресурсов. – М.: ВИНТИ, 1999. - №11. – 13 с.

32. Картографический фонд Волгограда [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.volgmap.ru/pzzvlg.map/?layers=Terr_zone (дата обращения 15.11.2016).

33. Киселев, В.А. Определение количества интервалов в тематических картах, создаваемых средствами геоинформационных систем [Текст] / В.А. Киселев // Известия Вузов. Горный журнал. – 2007. – № 5. – С. 72-74.

34. Кияшко, Г.А. Особенности кадастровой оценки земель населенных пунктов Приморского края [Электронный ресурс] / Г.А. Кияшко, И.В. Круглова //

Информационный портал Продажа недвижимости. – 2010. – Режим доступа: <http://ros-nedvigimost.ru/publikaciya-polnaya/1248> (дата обращения: 01.07.2016).

35. Коростелев, С. П. Кадастровая оценка недвижимости : учеб. пособие [Текст] / С. П. Коростелев. – М.: Маросейка, 2010. – 356 с.

36. Красильников, П.В. Геоestatистика и география почв [Текст] / П.В. Красильников // Наука, 2007. – 175 с.

37. Кремер, Н.Ш. Эконометрика : Учебник для вузов [Текст] / Н.Ш. Кремер, Б.А. Путко. Под ред. проф. Н.Ш. Кремера. - М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2002. – 311 с.

38. Кулаков, К.Ю. Оспаривание кадастровой оценки: эффективность и законодательные перспективы [Текст] / К.Ю. Кулаков // Экономические стратегии. – М.: Институт экономических стратегий, 2016. – №3 (137). – С. 110-111.

39. Лелюхина, А.М. Об учете факторов стоимости для целей массовой оценки городских территорий [Текст] / А.М. Лелюхина // Известия высших учебных заведений: Геодезия и аэрофотосъемка. – 2008. – №6. – С. 89-91.

40. Магнус, Я.Р. Эконометрика. Начальный курс: учебное пособие [Текст] / Я.Р. Магнус, П.К. Катышев, А.А. Пересецкий. – М.: Дело – 2004. – 576 с.

41. Майоров, А.А. Геоинформационный подход к задаче разработки инструментальных средств массовой оценки недвижимости [Текст] / А.А. Майоров, А.В. Матерухин // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. – М.: Московский государственный университет геодезии и картографии, 2011. – №4. – С.92-97.

42. Мальцев, К.А. Построение моделей пространственных переменных (с применением пакета SURFER): Учебное пособие [Текст] / К.А. Мальцев, С.С. Мухарамова. – Казань: Казанский университет, 2014. – 103 с.

43. Межуева, Т.В. Государственная кадастровая оценка земель населенных пунктов на современном этапе [Текст] / Межуева Т.В. // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2012. – Т. 3. – № 1. – С. 177-181.

44. Межуева, Т.В. Государственная кадастровая оценка земель населённых пунктов: состояние и перспективы [Текст] / Т.В. Межуева // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2009. – Т. 3. – № 2. – С. 160-164.

45. Межуева, Т.В. О совершенствовании методики и нормативно-правовой базы государственной кадастровой оценки земель населённых пунктов [Текст] / Т.В. Межуева // Интерэкспо Гео-Сибирь. – Новосибирск: Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 2010. – Т. 3. – № 2. – С. 77-81.

46. Мжельский, М.Б. Практика оспаривания кадастровой стоимости земельных участков для целей налогообложения [Текст] / М.Б. Мжельский // Финансовые аспекты структурных преобразований экономики. – 2015. – Т. 1. – № 1. – С. 108-113.

47. Мюллер, А. Оценка земли и зданий для целей периодического поимущественного налога и других налогов [Текст] / А. Мюллер // Налоговая оценка недвижимости и развитие институтов имущественного налогообложения: доклад междунар. конф. – Москва, 2005.

48. Нагаев, Р.Т. Недвижимость: энциклопедический словарь [Текст] / Р.Т. Нагаев. – Казань: Идеал-пресс, 2005. – 1136 с.

49. О внесении изменений в Федеральный закон «О государственном кадастре недвижимости» и отдельные законодательные акты Российской Федерации: Федеральный закон от 22.12.2014 №447-ФЗ // Справочно-правовая система «Консультант Плюс»: [Электронный ресурс] / Компания «Консультант Плюс»

50. О государственной кадастровой оценке: Федеральный закон от 03.07.2016 г. № 237-ФЗ // Российская газета – Федеральный выпуск. – 2016. – №7014 (146) – С. 24.

51. О государственной регистрации недвижимости: Федеральный закон от 13.07.2015 № 218-ФЗ // Справочно-правовая система «Консультант Плюс»: [Электронный ресурс] / Компания «Консультант Плюс»

52. О государственном кадастре недвижимости: Федеральный закон от 24.07.2007 № 221-ФЗ // Справочно-правовая система “Консультант Плюс”: [Электронный ресурс] / Компания “Консультант Плюс”

53. Об оценочной деятельности в Российской Федерации: Закон Российской Федерации от 29.07.1998 №135-ФЗ // Российская газета. – 1998. – №148-149.

54. Об утверждении методических указаний о государственной кадастровой оценке: Приказ Минэкономразвития России от 12.05.2017 № 226 // Справочно-правовая система “Консультант Плюс”: [Электронный ресурс] / Компания “Консультант Плюс”

55. Об утверждении методических указаний по государственной кадастровой оценке земель населенных пунктов: Приказ Минэкономразвития РФ от 15.02.2007 №39 // Российская газета. – 2007. – №100.

56. Об утверждении Правил проведения государственной кадастровой оценки земель: Постановление Правительства РФ от 08.04.2000 № 316 // Российская газета. – 2000. – №16.

57. Об утверждении результатов государственной кадастровой оценки земель населенных пунктов Волгоградской области: Приказ Комитета по управлению государственным имуществом Волгоградской области от 27 октября 2015 года № 46-н [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://195.161.118.19/982/962/акт.pdf> (дата обращения 18.10.2016).

58. Об утверждении федерального стандарта оценки «Общие понятия оценки, подходы к оценке и требования к проведению оценки (ФСО №1)»: приказ Минэкономразвития от 20.05.2015 №297 // Справочно-правовая система “Консультант Плюс”: [Электронный ресурс] / Компания “Консультант Плюс”

59. Об утверждении Федерального стандарта оценки «Определение кадастровой стоимости (ФСО №4)»: приказ Минэкономразвития от 22.10.2010 №508 (ред. 22.06.2015) // Справочно-правовая система “Консультант Плюс”: [Электронный ресурс] / Компания “Консультант Плюс”

60. Об утверждении федерального стандарта оценки «Цель оценки и виды стоимости (ФСО №2)»: приказ Минэкономразвития от 20.05.2015 №298 //

Справочно-правовая система “Консультант Плюс”: [Электронный ресурс] / Компания “Консультант Плюс”

61. Озеров, Е.С. Экономический анализ и оценка недвижимости [Текст] / Е.С. Озеров. – СПб: Изд-во «МСК», 2007. – 536 с.

62. Отчет № 34-ГКОЗНП-2015 об определении кадастровой стоимости земельных участков в составе земель населенных пунктов, расположенных на территории Волгоградской области [Текст] / ФГУП «Ростехинвентаризация – Федеральное БТИ». – Москва, 2015. – 65 с.

63. Павлова, В.А. Концепция кадастровой оценки земель как основа налогообложения недвижимости [Текст] / В.А. Павлова // Оценка всех видов собственности. – М: Международная академия оценки и консалтинга, 2012. – №7(130). – С.77-86.

64. Повышение качества государственных услуг в сфере государственного кадастрового учета недвижимого имущества и государственной регистрации прав на недвижимое имущество и сделок с ним: Постановление Правительства РФ от 01.12.2012 № 2236-р // Справочно-правовая система “Консультант Плюс”: [Электронный ресурс] / Компания “Консультант Плюс”

65. Попова, Л.В. Оценка и налогообложение недвижимого и другого имущества предприятий: методы и практика: учеб.- метод. пособие для вузов [Текст] / Л.В. Попова, И.А. Дрожжина, Б.Г. Маслов. – М.: Дело и Сервис, 2009. – 509 с.

66. Поротов, Г.С. Математические методы моделирования в геологии: Учебник [Текст] / Г.С.Поротов. – СПб: Санкт-Петербургский государственный горный институт (технический университет), 2006. – 223 с.

67. Проскурин, А.Г. Налог на недвижимость как средство обеспечения решения вопросов местного значения [Текст] / А.Г. Проскурин // Налоги. – 2007. – №5. – С.4-8.

68. Пылаева, А.В. Анализ нормативно-правового обеспечения учета объектов недвижимости в целях налогообложения [Текст] /А.В. Пылаева //

Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. – М.: Издательский дом «Панорама», 2008. - №6. – С. 41-45.

69. Пылаева, А.В. Методика анализа социально-экономических последствий применения результатов кадастровой оценки недвижимости в целях налогообложения [Текст] / А.В. Пылаева // Приволжский научный журнал. – Н.Новгород: ННГАСУ, 2010. – №1. – С.195-200.

70. Пылаева, А.В. Обеспечение качества кадастровой оценки недвижимости [Текст] / А.В. Пылаева // Имущественные отношения в Российской Федерации. – 2012. – №10 (133). – С.65-72.

71. Пылаева, А.В. Развитие кадастровой оценки недвижимости: монография [Текст] / А. В. Пылаева. – Н.Новгород: ННГАСУ, 2012. – 130 с.

72. Пылаева, А.В. Эволюция понятия «кадастровая оценка» в Российской Федерации [Текст] /А.В. Пылаева // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. – 2009. – №10. – С.31-33.

73. Рассмотрение споров о результатах определения кадастровой стоимости [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://rosreestr.ru/site/activity/kadastruvaya-otsenka/rassmotrenie-sporov-o-rezultatakh-opredeleniya-kadastrvoy-stoimosti/> (дата обращения: 01.07.2017).

74. Рёнц, Б. Методы корреляционного и регрессионного анализа [Текст] / Б.Рёнц, Э.Фёрстер. – М.: Финансы и статистика, 1983. – 302 с.

75. Ромм, А.П. Кадастровая оценка городских земель: методические основы и инструментальные средства [Текст] /А. П. Ромм// Вопросы оценки.–1997.–№ 3.– С.16–20.

76. Рыбкина, А.М. Влияние изменчивости значений рыночных цен на применение методов геостатистической интерполяции для кадастровой оценки земель населенных пунктов [Текст] / А.М. Рыбкина, П.М. Демидова // Естественные и технические науки. – М.: Издательство «Спутник +», 2015. – №3(81). – С. 98-100.

77. Рыбкина, А.М. Геостатистическая модель массовой кадастровой оценки земель населенных пунктов [Текст] / А.М. Рыбкина // Геодезия, картография,

геоинформатика и кадастры. От идеи до внедрения. Сб. материалов междунар. научн.-практ. конф. 11-13 ноября 2015 г., Санкт-Петербург/ Научн. ред. О.А. Лазебник. – СПб: Политехника, 2015. – С.171-173.

78. Рыбкина, А.М. Детерминистические методы интерполяции и возможность их применения для целей кадастровой оценки земель малоэтажной жилой застройки населенных пунктов [Текст] / А.М. Рыбкина, П.М. Демидова // Международный научно-исследовательский журнал. – 2016. – № 11 (53). – С. 70-72.

79. Рыбкина, А.М. Обоснование применения методов геостатистической интерполяции при проведении кадастровой оценки земельных участков индивидуальной жилой застройки населенных пунктов [Текст] / А.М. Рыбкина // Имущественные отношения в Российской Федерации. – М.: Международная академия оценки и консалтинга, 2016. – №11 (182). – С. 29-40.

80. Рыбкина, А.М. Применение методов геостатистической интерполяции при проведении массовой кадастровой оценки земельных участков малоэтажной жилой застройки населенных пунктов [Текст] / А.М. Рыбкина, П.М. Демидова // XII Всероссийская научно-практическая конференция «Новые технологии при недропользовании». Секция «Инновационные технологии в маркшейдерском деле, геодезии и кадастре»: сборник научных трудов. – СПб: Санкт-Петербургский горный университет, 2016. – С. 80-82.

81. Рыбкина, А.М. Разработка геостатистической модели массовой кадастровой оценки земель населенных пунктов на примере г. Всеволожска [Текст] / А.М. Рыбкина // Двадцатая Санкт-Петербургская Ассамблея молодых ученых и специалистов: Сборник тезисов. – СПб: Изд-во СПбГУПТД, 2015. – С. 111.

82. Рыбкина, А.М. Экономическое обоснование проекта геостатистической модели массовой кадастровой оценки земель населенных пунктов на примере г. Всеволожска [Текст] / А.М. Рыбкина, П.М. Демидова // Инновационная наука и современное общество: сборник статей международной научно-практической

конференции (5 февраля 2015 г., г. Уфа) в 2 ч. Ч. 2. – Уфа: Аэтерна, 2015. – С. 305-313.

83. Савельев, А.А. Геостатистический анализ данных в экологии и природопользовании (с применением пакета R): Учебное пособие [Текст] / А.А. Савельев, С.С. Мухарамова, А.Г. Пилюгин, Н.А. Чижикова. – Казань: Казанский университет, 2012. – 120 с.

84. Севостьянов, А.В. Экономическая оценка недвижимости и инвестиции [Текст] / А.В. Севостьянов. – М.: Академия, 2008. – 302 с.

85. Скобеев, С.Н. О способах оспаривания кадастровой стоимости земельного участка [Текст] / С.Н. Скобеев // Имущественные отношения в Российской Федерации. – М.: Международная академия оценки и консалтинга, 2014. – №4 (151). – С. 29-34.

86. Снытко (Рыбкина), А.М. Анализ применения методов математической статистики для кадастровой оценки земель населенных пунктов на примере г. Всеволожска [Текст] / А.М. Снытко (Рыбкина), П.М. Демидова // Фундаментальная наука и технологии – перспективные разработки: Материалы III Международной научно-практической конференции. – North Charleston, USA, 2014. – Т 1. – С.68-72.

87. Снытко (Рыбкина), А.М. Критерий выбора метода геоэкономической интерполяции для массовой кадастровой оценки земель населенных пунктов на примере г. Всеволожска [Текст] / А.М. Снытко (Рыбкина), В.А. Киселев // Наука в современном информационном обществе: Материалы III Международной научно-практической конференции. – North Charleston, USA, 2014. – Т 1. – С.56-58.

88. Снытко (Рыбкина), А.М. Обоснование применения геоэкономического метода интерполирования исходных данных для массовой кадастровой оценки земель населенных пунктов на примере г. Всеволожска [Электронный ресурс] / А.М. Снытко (Рыбкина), В.А. Киселев // Инженерный вестник Дона. – 2013. – №3. – Режим доступа: ivdon.ru/magazine/archive/n3y2013/1797 (дата обращения: 11.06.2016).

89. Снытко (Рыбкина), А.М. Сравнительный анализ выбора метода геостатистической интерполяции для проведения массовой кадастровой оценки земель населенных пунктов и земель садоводческих некоммерческих объединений на территории Ленинградской области [Текст] / А.М. Снытко (Рыбкина), П.М. Демидова // Техника и технология: новые перспективы развития: Материалы XI Международной научно-практической конференции. – М.: Издательство «Спутник +», 2013. – С.79-85.

90. Статистическая отчетность [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://rosreestr.ru/site/open-service/statistika-i-analitika/statisticheskaya-otchetnost/?clear_cache=Y (дата обращения: 15.01.2016).

91. Стерник, Г.М. Анализ рынка недвижимости для профессионалов [Текст] / Г.М. Стерник. – М.: Экономика, 2009. – 605 с.

92. Струков Д.Р. Информационная система пространственного мониторинга состояния здоровья населения региона [Текст]: диссертация ... канд. технических наук: 05.11.17 / Струков Денис Раймондович. - Санкт-Петербург, 2016. - 215 с.

93. Трибуц, О.А. Кадастровая оценка земель жилой застройки населенных пунктов с учетом влияния разломов [Текст]: диссертация ... канд. технических наук: 25.00.26 / Трибуц Ольга Александровна. - Санкт-Петербург, 2012. - 141 с.

94. Трибуц, О.А. О необходимости учета зон геодинамически активных разломов при кадастровой оценке земель населенных пунктов [Текст] / О.А. Трибуц, В.А. Киселев // Записки Горного института. – СПб: Санкт-Петербургский горный университет, 2012. – Т. 199. – С.320-324.

95. Уровень инфляции в Российской Федерации [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://уровень-инфляции.рф/таблица_инфляции.aspx (дата обращения: 01.11.2015).

96. Фонд данных государственной кадастровой оценки [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://rosreestr.ru/wps/portal/cc_ib_svedFDGKO (дата обращения: 01.12.2015).

97. Фридман, Дж. Анализ и оценка приносящей доход недвижимости [Текст] / Дж. Фридман, Н. Ордуэй. – М.: Дело, 1997. – 461 с.

98. Хотько, А.В. Кадастровая оценка земли приобретает рыночную основу [Текст] / А.В. Хотько // Юрист. – М.: Издательская группа «Юрист», 2010. – №10. – С. 35- 42.

99. Худолеева, С.А. Государственная кадастровая оценка земель населенных пунктов: проблемы и методы решения вопросов по организации и проведению кадастровой оценки: монография [Текст] / С.А. Худолеева. – LAP, 2011. – 85 с.

100. Цапков, В.Е. Понятие налоговой политики и основные направления ее развития на современном этапе [Текст] / В.Е. Цапков // Финансовое право. - М.: Юрист, 2007. – № 6. – С. 6-9.

101. Цымбаленко, С.В. Применение методов сравнительного подхода в оценке стоимости недвижимости [Текст] / С.В. Цымбаленко, О.В. Шепель // Сборник научных трудов СевКавГТУ. Серия «Экономика». - 2005. - №2. – С. 42-45.

102. Чернецкая, Ю.В. Кадастровая оценка земельных участков индивидуальной жилой застройки земель населенных пунктов с учетом обременений и ограничений [Текст]: диссертация ... канд. технических наук: 25.00.26 / Чернецкая Юлия Владимировна. - Санкт-Петербург, 2014. - 143 с.

103. Четыркин, Е.М. Статистические методы прогнозирования [Текст] / Е.М.Четыркин. – М.: Статистика, 1975. – 184 с.

104. Шабаева, Ю.И. Кадастровая оценка земель индивидуальной жилой застройки с учетом дифференциации городской территории по престижности [Текст]: диссертация ... канд. технических наук: 25.00.26 / Шабаева Юлия Игоревна. - Санкт-Петербург, 2015. - 159 с.

105. Шанченко, Н.И. Лекции по эконометрике: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности «Прикладная информатика (в экономике)» [Текст] / Н.И. Шанченко. – Ульяновск: УлГТУ, 2008. – 139 с.

106. Ширшикова, Л.А. К вопросу о государственной кадастровой оценке земельных участков: недостатки и пути решения [Текст] / Л.А. Ширшикова, Д.А. Ефанова // Молодой ученый. — 2015. — №21. — С. 512-516.
107. Эккерт, Дж. Организация оценки и налогообложения недвижимости: в 2 т. [Текст] / Дж. Эккерт, Р. Дж. Глаудеманс, Р. Р. Олми. — М. : Рос. об-во оценщиков, 1997. — Т. 1–2. — 382 с.
108. Almy R. Valuation and assessment of immovable property [Text] / R. Almy. — OECD Publishing, 2014. — №19 — 26 p. — URL: <http://dx.doi.org/10.1787/5jz5pzvr28hk-en> (accessed 22.01.2017).
109. Almy, R. Real property assessment systems [Text] / R. Almy. — Cambridge: Lincoln institute of Land Policy, 2002. — 22 p.
110. ArcGIS Resources [Электронный ресурс]: официальный сайт.- Режим доступа к сайту: <http://resources.arcgis.com/ru/help/main/10.1/> (дата обращения 01.12.2016).
111. Gloudemans R. Adjusting for time in computer-assisted mass appraisal [Text] / R. Gloudemans // Property Tax Journal. — 1990. - №9 (1). — p.83-99.
112. Gloudemans R. Using general purpose software in mass appraisal: Do your own thing [Text] / R. Gloudemans // Assessment Digest. - №10 (4). — p. 11-18.
113. Gloudemans, R. Confidence intervals for the coefficient of dispersion: Limitations and solutions [Text] / R. Gloudemans // Assessment Digest. —№8(6). —p.23–27
114. Isaaks, E.H. An Introduction to Applied Geostatistics [Text] / E.H. Isaaks, R.M Srivastava. — Oxford: Oxford Univ. Press, 1989. — 592 p.
115. Kiselev, V.A. Working-Out of the Geostatistical Model of Mass Cadastral Valuation of Urban Lands Evidence from the City Vsevolozhsk [Text] / V.A. Kiselev, A.M. Rybkina, P.M. Demidova // International Journal of Applied Engineering Research. — 2016. — Vol. 11, № 24. — P. 11631-11638.
116. Kuntz, M. Geostatistical mapping of real estate prices: An empirical comparison of kriging and Cokriging [Text] / M. Kuntz, M. Helbich // International Journal of Geographical Information Science. — 2014. - № 29. — P. 1904–1921.

117. Larraz, B. Estimating Housing Price: Kriging the Mean [Text] / B. Larraz // International Advances in Economic Research. – 2006. – № 12(419). – P. 419-419.
118. Roszem.ru: Первый национальный земельный ресурс [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.roszem.ru> (дата обращения: 01.06.2015).
119. Rubio, N. G. Kriging methodology for regional economic analysis: Estimating the housing price in Albacete [Text] / N.G. Rubio // International Advances in Economic Research. – 2000. – № 6(3). – P 438-450.
120. Rybkina, A. Working-out of the geostatistical model of mass cadastral valuation of urban lands evidence from the city Vsevolozhsk (Russia) [Text] / A. Rybkina // 55 Konferencija Studenckich Kol Naukowych Pionu Gorniczego. – Krakow: AGH, 2014. – P. 11.
121. Rybkina, A.M. Justification of the geostatistical model of mass cadastral valuation of urban lands [Text] / A.M. Rybkina // Scientific Reports on Resource Issues: Efficiency and Sustainability in the Mineral Industry – Innovations in Geology, Mining, Processing, Economics, Safety and Environmental Management. – Freiberg: TU Bergakademie Freiberg, 2016. – Vol.1. – P. 485-493.
122. Wackernagel, H. Multivariate Geostatistics [Text] / H. Wackernagel. – Springer, 2003. – 387 p.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Таблица А.1 – Расчет кадастровой стоимости земельных участков обучающей выборки I подгруппы

№ п/п.	Номер кадастрового квартала	Площадь земельного участка, кв.м.	Удельный показатель кадастровой стоимости, руб./кв. м	Кадастровая стоимость, руб.
1	34:34:050026	300	1650.78	495234
2	34:34:050067	600	1877.17	1126302
3	34:34:050045	500	1527.03	763515
4	34:34:050019	400	1723.82	689528
5	34:34:050025	600	1771.68	1063008
6	34:34:050054	350	1878.16	657356
7	34:34:050045	750	1458.08	1093560
8	34:34:050054	300	1715.26	514578
9	34:34:050017	300	1818.49	545547
10	34:34:050003	450	1806.28	812826
11	34:34:050056	600	1818.66	1091196
12	34:34:050025	600	1671.91	1003146
13	34:34:050067	300	1884.06	565218
14	34:34:050050	600	1456.66	873996
15	34:34:050051	600	1774.33	1064598
16	34:34:050051	440	1669.24	734465.6
17	34:34:050043	350	2106.38	737233
18	34:34:050016	400	1678.9	671560
19	34:34:050055	800	1762.01	1409608
20	34:34:050055	540	1783.6	963144
21	34:34:030136	600	1911.42	1146852
22	34:34:030126	270	1924.34	519571.8
23	34:34:030136	800	1641.56	1313248
24	34:34:030136	300	1983.69	595107
25	34:34:030143	400	1777.98	711192
26	34:34:030038	300	1787.61	536283
27	34:34:030040	833	1582.57	1318281
28	34:34:030084	300	1760.13	528039
29	34:34:030128	600	1860.04	1116024
30	34:34:030128	300	1788.93	536679
31	34:34:030082	800	1902.68	1522144
32	34:34:030082	400	1936.69	774676
33	34:34:030110	500	1523.88	761940
34	34:34:030127	320	1799.28	575769.6
35	34:34:030050	500	1845.41	922705
36	34:34:030009	600	1674.1	1004460

Продолжение таблицы А.1

№ п/п	Номер кадастрового квартала	Площадь земельного участка, кв.м.	Удельный показатель кадастровой стоимости, руб./кв. м	Кадастровая стоимость, руб.
37	34:34:070086	300	1157.54	347262
38	34:34:070080	450	1145.04	515268
39	34:34:070071	600	933.64	560184
40	34:34:070013	400	1506.19	602476
41	34:34:070046	400	1442.5	577000
42	34:34:070038	600	1205.25	723150
43	34:34:070071	300	1271.73	381519
44	34:34:070027	400	1459.28	583712
45	34:34:070100	500	1126.6	563300
46	34:34:030101	600	2141.54	1284924
47	34:34:030057	600	1584.37	950622
48	34:34:030086	500	1728.97	864485
49	34:34:030119	420	1602.47	673037.4
50	34:34:030080	300	1939.48	581844
51	34:34:030126	450	1992.75	896737.5
52	34:34:030104	647	1800.3	1164794
53	34:34:030104	700	1673.22	1171254
54	34:34:030104	300	1736.35	520905
55	34:34:030143	600	1831.26	1098756
56	34:34:030110	500	1791.96	895980
57	34:34:030095	500	1938.32	969160
58	34:34:070077	300	1165.02	349506
59	34:34:070082	1300	1103.71	1434823
60	34:34:070044	400	1439.74	575896
61	34:34:070052	400	1171.05	468420
62	34:34:070053	400	1340.39	536156
63	34:34:070013	800	1480.44	1184352
64	34:34:070013	400	1496.93	598772
65	34:34:070034	300	1425.92	427776
66	34:34:070082	500	1174.24	587120
67	34:34:070033	400	1498.02	599208
68	34:34:070033	300	1542.54	462762
69	34:34:070071	300	1198.12	359436
70	34:34:070062	400	1090.1	436040
71	34:34:070088	410	1074.44	440520.4
72	34:34:070077	600	1117.38	670428
73	34:34:070077	600	1118.7	671220
74	34:34:070077	600	1108.08	664848
75	34:34:070075	400	1167.26	466904
76	34:34:080018	550	905.67	498118.5
77	34:34:080015	470	886.03	416434.1

Продолжение таблицы А.1

№ п/п	Номер кадастрового квартала	Площадь земельного участка, кв.м.	Удельный показатель кадастровой стоимости, руб./кв. м	Кадастровая стоимость, руб.
78	34:34:080102	300	1004.01	301203
79	34:34:020089	400	1808.61	723444
80	34:34:020089	375	1729.91	648716.3
81	34:34:020084	1000	1648.17	1648170
82	34:34:020057	600	1685.8	1011480
83	34:34:020004	200	1437.45	287490
84	34:34:020054	300	1631.35	489405
85	34:34:020007	600	1450.71	870426
86	34:34:020005	600	1408.64	845184
87	34:34:020020	300	1464.2	439260
88	34:34:020029	300	1466.34	439902
89	34:34:020032	500	1556.82	778410
90	34:34:060030	1200	1702.85	2043420
91	34:34:060034	250	1704.48	426120
92	34:34:060048	350	1669.49	584321.5
93	34:34:060025	300	1671.56	501468
94	34:34:060052	610	1600.98	976597.8
95	34:34:060012	500	1679.47	839735
96	34:34:010038	400	1243.73	497492
97	34:34:010019	500	1307.67	653835
98	34:34:010017	450	1137.5	511875
99	34:34:010003	600	1021.21	612726
100	34:34:080023	420	981.88	412389.6
101	34:34:080023	370	992.47	367213.9
102	34:34:010017	400	1155.34	462136
103	34:34:010056	500	1331.92	665960
104	34:34:010066	800	1468.94	1175152
105	34:34:030143	550	1771.15	974132.5
106	34:34:080115	450	931.21	419044.5
107	34:34:080015	470	894.61	420466.7
108	34:34:080070	500	978.92	489460
109	34:34:080117	500	998.71	499355
110	34:34:080040	600	1175.27	705162
111	34:34:080088	600	1194.19	716514
112	34:34:030143	400	1765.46	706184
113	34:34:030126	400	1977.32	790928
114	34:34:030144	700	1742.25	1219575
115	34:34:030144	700	1751.24	1225868
116	34:34:030137	400	1987.72	795088

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Таблица Б.1 – Оценка точности модели геостатистической интерполяции УПКС и расчет кадастровой стоимости земельных участков обучающей выборки II подгруппы

№ п/п	Номер кадастрового квартала	Площадь земельного участка, кв. м.	Удельный показатель рыночной цены, руб./кв. м	Удельный показатель кадастровой стоимости, руб./кв. м	Ошибка аппроксимации, %	Кадастровая стоимость, руб.
1	34:35:030125	600	1366.61	1162.86	14.9	697716
2	34:37:010324	800	1126.23	958.08	14.9	766464
3	34:35:020103	600	1079.40	1043.03	3.4	625818
4	34:35:020103	600	1062.92	1058.95	0.4	635370
5	34:35:030125	900	1050.00	1205.29	14.8	1084761
6	34:39:000046	750	1025.33	996.21	2.8	747158
7	34:39:000035	1000	973.14	1016.55	4.5	1016550
8	34:37:010240	300	946.46	974.22	2.9	292266
9	34:37:010254	600	929.59	975.67	5.0	585402
10	34:37:010357	600	809.84	896.29	10.7	537774
11	34:39:000023	300	1097.70	1042.73	5.0	312819
12	34:37:010364	600	722.75	811.72	12.3	487032
13	34:36:000020	500	1029.70	966.97	6.1	483485
14	34:37:010316	1100	1016.54	985.23	3.1	1083753
15	34:36:000016	400	1012.50	963.92	4.8	385568
16	34:39:000035	600	985.89	994.87	0.9	596922
17	34:37:010364	500	905.00	794.87	12.2	397435
18	34:38:060204	400	887.30	896.41	1.0	358564
19	34:35:010102	600	653.99	676.05	3.4	405630
20	34:36:000007	1400	685.80	729.43	6.4	1021202
21	34:39:000027	800	1091.63	1047.18	4.1	837744

Таблица Б.2 – Оценка точности модели геостатистической интерполяции УПКС и расчет кадастровой стоимости земельных участков обучающей выборки III подгруппы

№ п/п	Номер кадастрового квартала	Площадь земельного участка, кв.м.	Удельный показатель рыночной цены, руб./кв. м	Удельный показатель кадастровой стоимости, руб./кв. м	Ошибка аппроксимации, %	Кадастровая стоимость, руб.
1	34:05:010161	700	1311.43	1138.58	13.2	797006
2	34:05:010161	700	1272.86	1143.97	10.1	800779
3	34:09:021078	600	1125.00	997.11	11.4	598266
4	34:09:021019	470	987.30	858.93	13.0	403697
5	34:05:010132	600	979.21	1034.14	5.6	620484
6	34:03:230001	400	972.96	896.88	7.8	358752
7	34:09:021010	600	970.34	859.43	11.4	515658
8	34:09:021022	451	903.64	869.89	3.7	392320

Продолжение таблицы Б.2

№ п/п	Номер кадастрового квартала	Площадь земельного участка, кв.м.	Удельный показатель рыночной цены, руб./кв. м	Удельный показатель кадастровой стоимости, руб./кв. м	Ошибка аппроксимации, %	Кадастровая стоимость, руб.
9	34:28:100001	600	898.12	779.34	13.2	467604
10	34:03:230003	500	891.00	779.91	12.5	389955
11	34:15:080402	540	880.77	779.45	11.5	420903
12	34:28:100003	400	877.50	758.94	13.5	303576
13	34:09:021029	1200	873.17	906.26	3.8	1087512
14	34:28:100006	460	860.87	756.73	12.1	348096
15	34:28:100006	460	860.87	757.90	12.0	348634
16	34:03:230004	900	798.33	687.16	13.9	618444
17	34:05:010116	600	765.00	867.97	13.5	520782
18	34:09:021046	600	765.00	850.23	11.1	510138
19	34:13:130023	750	758.41	652.01	14.0	489008
20	34:09:021004	800	740.95	829.98	12.0	663984
21	34:28:100010	500	729.00	707.87	2.9	353935
22	34:09:021004	800	699.44	798.07	14.1	638456
23	34:28:100006	1200	698.54	731.74	4.8	878088
24	34:28:100006	800	697.50	716.14	2.7	572912
25	34:13:130023	560	684.61	640.63	6.4	358753
26	34:13:130020	840	681.02	628.87	7.7	528251
27	34:28:100007	1100	680.39	673.86	1.0	741246
28	34:28:100010	450	651.97	724.71	11.2	326120
29	34:28:100010	600	648.64	724.27	11.7	434562
30	34:28:100006	920	635.87	715.15	12.5	657938
31	34:28:100007	1000	630.00	701.49	11.3	701490
32	34:15:080402	450	602.65	690.10	14.5	310545
33	34:28:080003	900	598.75	535.78	10.5	482202
34	34:28:080003	900	592.99	532.59	10.2	479331
35	34:28:080005	1000	588.77	530.40	9.9	530400
36	34:28:100001	600	585.00	625.72	7.0	375432
37	34:03:230001	850	582.35	661.68	13.6	562428
38	34:03:13000	600	582.12	632.81	8.7	379686
39	34:30:160003	500	572.06	502.99	12.1	251495
40	34:14:090004	1150	563.48	492.40	12.6	566260
41	34:28:100002	600	562.50	640.72	13.9	384432
42	34:23:190058	1000	540.00	492.83	8.7	492830
43	34:03:230001	800	536.38	600.81	12.0	480648
44	34:03:230001	750	532.22	604.85	13.6	453638
45	34:15:080103	800	524.58	598.83	14.2	479064
46	34:23:190048	800	512.48	499.78	2.5	399824
47	34:30:160005	1000	493.97	548.29	11.0	548290
48	34:13:130018	778	486.42	536.08	10.2	417070
49	34:27:160103	750	486.00	415.50	14.5	311625

Продолжение таблицы Б.2

№ п/п	Номер кадастрового квартала	Площадь земельного участка, кв.м.	Удельный показатель рыночной цены, руб./кв. м	Удельный показатель кадастровой стоимости, руб./кв. м	Ошибка аппроксимации, %	Кадастровая стоимость, руб.
50	34:20:030102	500	473.23	410.63	13.2	205315
51	34:23:190051	1000	459.00	523.49	14.1	523490
52	34:26:090202	1000	458.79	399.11	13.0	399110
53	34:07:080003	800	453.64	394.64	13.0	315712
54	34:18:140219	730	451.11	391.53	13.2	285817
55	34:08:120202	3000	450.00	399.04	11.3	1197120
56	34:26:090201	1000	449.06	401.74	10.5	401740
57	34:25:010139	1200	449.06	395.19	12.0	474228
58	34:03:200001	2000	447.64	423.64	5.4	847280
59	34:33:010001	900	444.94	510.75	14.8	459675
60	34:03:200001	600	424.11	430.16	1.4	258096
61	34:03:200001	1100	408.24	432.83	6.0	476113
62	34:08:120202	500	407.54	353.10	13.4	176550
63	34:03:140101	1400	392.04	427.40	9.0	598360
64	34:06:250009	700	384.91	342.56	11.0	239792
65	34:28:080005	1070	373.05	421.00	12.9	450470
66	34:03:200001	1500	359.25	401.04	11.6	601560
67	34:08:120201	1000	349.27	353.65	1.3	353650
68	34:03:140101	1200	348.75	390.20	11.9	468240
69	34:08:120202	1000	343.97	374.82	9.0	374820
70	34:02:020003	1200	324.32	326.54	0.7	391848
71	34:26:090201	1300	319.71	365.73	14.4	475449
72	34:04:050003	900	296.94	333.29	12.2	299961
73	34:06:250004	1300	290.53	317.64	9.3	412932
74	34:06:250013	1100	271.29	300.07	10.6	330077
75	34:02:020003	1200	270.00	309.09	14.5	370908
76	34:08:120201	1000	225.00	258.08	14.7	258080
77	34:07:070003	1800	213.61	234.04	9.6	421272
78	34:07:110007	700	202.39	230.33	13.8	161231
79	34:07:110007	1100	196.36	223.06	13.6	245366

Таблица Б.3 – Оценка точности модели геостатистической интерполяции УПКС и расчет кадастровой стоимости земельных участков обучающей выборки IV подгруппы

№ п/п	Номер кадастрового квартала	Площадь земельного участка, кв.м.	Удельный показатель рыночной цены, руб./кв. м	Удельный показатель кадастровой стоимости, руб./кв. м	Ошибка аппроксимации, %	Кадастровая стоимость, руб.
1	34:03:030001	1000	229.50	248.66	8.3	248660
2	34:03:120001	1600	181.69	204.51	12.6	327216

Продолжение таблицы Б.3

№ п/п	Номер кадастрового квартала	Площадь земельного участка, кв.м.	Удельный показатель рыночной цены, руб./кв. м	Удельный показатель кадастровой стоимости, руб./кв. м	Ошибка аппроксимации, %	Кадастровая стоимость, руб.
3	34:05:130001	600	140.25	123.86	11.7	74316
4	34:08:090102	3000	178.50	202.55	13.5	607650
5	34:08:130104	1500	173.40	161.96	6.6	242940
6	34:08:130104	1300	188.31	162.38	13.8	211094
7	34:24:070203	600	173.40	151.19	12.8	90714
8	34:15:120201	1400	71.04	65.62	7.6	91868
9	34:15:050204	750	173.40	152.98	11.8	114735
10	34:15:070303	1700	126.00	137.30	9.0	233410
11	34:16:120002	1500	112.20	129.07	15.0	193605
12	34:19:090009	3000	51.00	57.37	12.5	172110
13	34:05:120001	1000	107.10	119.39	11.5	119390
14	34:05:120001	1500	153.00	135.59	11.4	203385
15	34:05:020001	700	174.86	195.57	11.8	136899
16	34:08:140106	1500	153.00	136.34	10.9	204510
17	34:09:030710	933	163.99	140.13	14.5	130741
18	34:12:080004	1200	56.10	63.99	14.1	76788
19	34:12:080004	1000	61.20	69.69	13.9	69690
20	34:26:120101	1700	130.50	133.15	2.0	226355
21	34:26:030601	1000	137.70	154.91	12.5	154910
22	34:28:110023	5000	122.40	138.40	13.1	692000
23	34:28:110023	5000	122.40	138.77	13.4	693850
24	34:03:020003	1500	270.00	288.94	7.0	433410
25	34:03:120001	1200	352.50	300.40	14.8	360480
26	34:03:120001	600	345.00	297.97	13.6	178782
27	34:15:120201	2200	61.36	69.27	12.9	152394
28	34:16:050001	412	174.76	173.17	0.9	71346
29	34:28:130004	1500	210.00	205.70	2.0	308550
30	34:28:020001	900	153.00	131.46	14.1	118314
31	34:28:020001	750	118.32	131.43	11.1	98573
32	34:28:020001	750	118.32	131.34	11.0	98505
33	34:28:110003	2500	186.66	212.57	13.9	531425
34	34:28:130002	1500	173.40	155.21	10.5	232815
35	34:28:110002	1200	114.75	126.34	10.1	151608
36	34:28:120001	2600	88.27	98.21	11.3	255346
37	34:30:150001	1000	76.35	85.97	12.6	85970
38	34:03:160001	1800	225.00	250.41	11.3	450738
39	34:08:140106	1500	162.00	138.28	14.6	207420
40	34:08:110107	1500	180.00	156.14	13.3	234210
41	34:08:110107	1500	150.00	172.19	14.8	258285
42	34:09:090302	1350	146.67	126.33	13.9	170546
43	34:05:130001	1300	118.08	132.31	12.0	172003

Продолжение таблицы Б.3

№ п/п	Номер кадастрового квартала	Площадь земельного участка, кв.м.	Удельный показатель рыночной цены, руб./кв. м	Удельный показатель кадастровой стоимости, руб./кв. м	Ошибка аппроксимации, %	Кадастровая стоимость, руб.
44	34:05:120003	2000	56.55	63.84	12.9	127680
45	34:05:050001	1000	80.79	90.53	12.1	90530
46	34:05:050001	1500	118.49	104.05	12.2	156075
47	34:08:140105	500	96.95	105.76	9.1	52880
48	34:08:140105	500	71.10	81.47	14.6	40735
49	34:08:110103	1500	161.58	139.26	13.8	208890
50	34:08:110103	1500	107.72	116.54	8.2	174810
51	34:09:060102	3000	134.65	136.78	1.6	410340
52	34:09:030707	2000	92.91	106.51	14.6	213020
53	34:09:030712	1200	161.58	149.84	7.3	179808
54	34:09:020634	1200	118.49	135.98	14.8	163176
55	34:24:150202	3200	85.84	98.75	15.0	316000
56	34:03:020001	1000	412.04	358.17	13.1	358170
57	34:03:040001	1100	257.06	219.06	14.8	240966
58	34:03:090001	566	428.22	391.16	8.7	221397
59	34:09:040401	720	134.65	146.24	8.6	105293
60	34:28:110002	900	89.77	103.07	14.8	92763
61	34:15:030201	900	98.75	113.63	15.1	102267
62	34:26:050601	1800	94.26	103.70	10.0	186660
63	34:03:030001	1000	285.15	245.62	13.9	245620
64	34:03:030001	1500	240.79	253.18	5.1	379770
65	34:03:030001	1500	221.78	251.50	13.4	377250
66	34:28:150001	600	242.37	207.42	14.4	124452
67	34:03:120001	1200	285.15	246.58	13.5	295896
68	34:03:160001	1800	290.43	254.58	12.3	458244
69	34:03:170001	1500	443.56	398.49	10.2	597735
70	34:03:170001	1000	446.73	419.13	6.2	419130
71	34:03:170001	1000	351.68	404.68	15.1	404680
72	34:05:150101	1270	187.10	163.82	12.4	208051
73	34:28:140001	1300	299.77	336.55	12.3	437515
74	34:28:140001	1200	356.43	305.50	14.3	366600
75	34:12:080004	1800	69.78	80.24	15.0	144432
76	34:15:060204	2000	274.77	242.50	11.7	485000
77	34:18:070004	1100	68.51	78.10	14.0	85910
78	34:24:090401	1700	108.66	119.10	9.6	202470
79	34:26:060601	1000	203.19	187.31	7.8	187310
80	34:15:070303	1800	143.63	137.06	4.6	246708
81	34:12:010502	1500	161.58	138.51	14.3	207765
82	34:22:060106	1000	290.85	253.12	13.0	253120
83	34:01:040001	500	190.76	171.15	10.3	85575
84	34:26:030601	1100	252.90	215.67	14.7	237237

Продолжение таблицы Б.3

№ п/п	Номер кадастрового квартала	Площадь земельного участка, кв.м.	Удельный показатель рыночной цены, руб./кв. м	Удельный показатель кадастровой стоимости, руб./кв. м	Ошибка аппроксимации, %	Кадастровая стоимость, руб.
85	34:16:050001	412	181.57	171.51	5.5	70662
86	34:09:110107	1000	135.12	118.14	12.6	118140
87	34:22:120108	1000	121.19	105.56	12.9	105560
88	34:15:070302	2000	104.14	114.29	9.7	228580
89	34:18:020001	1500	58.75	64.58	9.9	96870
90	34:22:040001	1000	112.16	121.73	8.5	121730
91	34:26:030601	2200	182.07	203.45	11.7	447590
92	34:12:080004	600	75.41	78.54	4.2	47124
93	34:07:110004	400	80.61	92.73	15.0	37092
94	34:08:130104	600	128.97	145.53	12.8	87318
95	34:15:070303	1800	143.30	135.53	5.4	243954
96	34:01:060002	1000	68.85	76.18	10.7	76180
97	34:02:120004	1500	181.58	160.67	11.5	241005
98	34:24:150201	1300	80.11	92.13	15.0	119769
99	34:15:060204	1100	276.75	235.05	15.1	258555
100	34:30:150001	1200	106.81	96.01	10.1	115212
101	34:15:120201	1200	62.83	69.56	10.7	83472
102	34:30:150001	1300	85.60	83.74	2.2	108862
103	34:16:110001	1200	183.18	155.30	15.2	186360

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Таблица В.1 – Оценка точности модели геостатистической интерполяции УПКС и расчет кадастровой стоимости земельных участков контрольной выборки I подгруппы

№ п/п	Номер кадастрового квартала	Площадь земельного участка, кв.м.	Удельный показатель рыночной цены, руб./кв. м	Удельный показатель кадастровой стоимости, руб./кв. м	Ошибка аппроксимации, %	Кадастровая стоимость, руб.
1	34:34:050056	700	2553.65	2251.04	11.9	1575728
2	34:34:050055	400	2362.13	2038.32	13.7	815328
3	34:34:070038	600	1744.99	1660.7	4.8	996420
4	34:34:070100	400	1308.75	1119.71	14.4	447884
5	34:34:030090	500	2553.65	2212.07	13.4	1106035
6	34:34:070062	450	1674.06	1516.74	9.4	682533
7	34:34:080053	600	1532.19	1319.57	13.9	791742
8	34:34:020089	600	2553.65	2238.08	12.4	1342848
9	34:34:020020	600	2042.92	1817.09	11.1	1090254
10	34:34:060014	600	2042.92	1817.09	11.1	1090254
11	34:34:040023	900	2695.52	2501.75	7.2	2251575

Таблица В.2 – Оценка точности модели геостатистической интерполяции УПКС и расчет кадастровой стоимости земельных участков контрольной выборки II подгруппы

№ п/п	Номер кадастрового квартала	Площадь земельного участка, кв.м.	Удельный показатель рыночной цены, руб./кв. м	Удельный показатель кадастровой стоимости, руб./кв. м	Ошибка аппроксимации, %	Кадастровая стоимость, руб.
1	34:35:020103	600	1062.92	1059.84	0.3	635904
2	34:35:030125	900	1050.00	1167.28	11.2	1050552
3	34:39:000035	1000	973.14	993.17	2.1	993170
4	34:37:010240	300	946.46	951.09	0.5	285327
5	34:37:010254	600	929.59	947.26	1.9	568356
6	34:36:000019	400	887.30	1001.75	12.9	400700
7	34:39:000046	1000	858.08	940.09	9.6	940090
8	34:37:010316	1200	834.25	937.92	12.4	1125504
9	34:37:010357	600	809.84	855.65	5.7	513390
10	34:37:010364	600	722.75	822.33	13.8	493398
11	34:36:000016	400	1012.50	999.54	1.3	399816
12	34:39:000035	600	985.89	988.83	0.3	593298
13	34:37:010257	1300	834.22	942.56	13.0	1225328

Таблица В.3 – Оценка точности модели геостатистической интерполяции УПКС и расчет кадастровой стоимости земельных участков контрольной выборки III подгруппы

№ п/п	Номер кадастрового квартала	Площадь земельного участка, кв.м.	Удельный показатель рыночной цены, руб./кв. м	Удельный показатель кадастровой стоимости, руб./кв. м	Ошибка аппроксимации, %	Кадастровая стоимость, руб.
1	34:09:021015	800	1200.80	1073.81	10.6	859048
2	34:03:230004	600	1147.60	987.7	13.9	592620
3	34:14:090002	1000	1103.78	1014.82	8.1	1014820
4	34:28:100012	600	1035.00	917.38	11.4	550428
5	34:19:100226	1000	905.79	812.68	10.3	812680
6	34:03:230001	850	582.35	649.29	11.5	551896.5
7	34:03:140106	1100	453.60	499.19	10.1	549109
8	34:18:140219	730	451.11	432.92	4.0	316031.6
9	34:07:110007	1300	369.48	323.91	12.3	421083
10	34:19:100132	1660	357.83	408.85	14.3	678691
11	34:06:250013	1100	271.29	305.04	12.4	335544
12	34:02:020003	1200	270.00	307.62	13.9	369144
13	34:07:070003	1800	213.61	231.21	8.2	416178

Таблица В.4 – Оценка точности модели геостатистической интерполяции УПКС и расчет кадастровой стоимости земельных участков контрольной выборки IV подгруппы

№ п/п	Населенный пункт	Площадь земельного участка, кв.м.	Удельный показатель рыночной цены, руб./кв. м	Удельный показатель кадастровой стоимости, руб./кв. м	Ошибка аппроксимации, %	Кадастровая стоимость, руб.
1	Царицын	1300	517.85	445.41	14.0	579033
2	Береславка	950	144.95	153.42	5.8	145749
3	Кумылженская	1100	347.73	300.13	13.7	330143
4	Большие Чапурники	900	348.50	305.03	12.5	274527
5	Обливский	4600	127.17	114.04	10.3	524584
6	Третий Решающий	800	292.50	261.15	10.7	208920
7	Третий Решающий	1200	255.00	231.15	9.4	277380
8	Красный	3000	150.00	162.84	8.6	488520
9	Царицын	1300	546.90	471.04	13.9	612352
10	Байбаев	1500	204.67	184.34	9.9	276510
11	Колоцкий	1500	215.44	198.24	8.0	297360
12	Царицын	1500	570.29	493.19	13.5	739785
13	Кировец	1000	285.15	258.31	9.4	258310
14	Цаца	800	161.58	140.64	13.0	112512
15	Червленое	1100	264.06	228.26	13.6	251086
16	Новомаксимовский	500	129.27	111.94	13.4	55970
17	Червленое	1100	271.14	235.16	13.3	258676