

На правах рукописи

Метелева Мария Викторовна



Разработка и исследование методики координатного обеспечения
кадастровой деятельности в территориальных образованиях

25.00.26 – Землеустройство, кадастр и мониторинг земель

Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата
технических наук

Новосибирск – 2015

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

Научный руководитель – кандидат технических наук, доцент
Аврунев Евгений Ильич.

Официальные оппоненты:

Шаповалов Дмитрий Анатольевич,
доктор технических наук, профессор, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Государственный университет по землеустройству», профессор кафедры землепользования и кадастров;

Бочарова Анастасия Александровна,
кандидат технических наук, Западно-Сибирский филиал федерального государственного бюджетного учреждения «Рослесинфорг», главный специалист аппарата при руководстве.

Ведущая организация – федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет геодезии и картографии», г. Москва.

Защита диссертации состоится 18 декабря 2015 г. в 12-00 час. на заседании диссертационного совета Д 212.251.04 при ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет геосистем и технологий» по адресу: 630108, Новосибирск, ул. Плахотного, д. 10, ауд. 402.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет геосистем и технологий»:

Автореферат разослан 17 октября 2015 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета



Дубровский А. В.

Изд. лиц. ЛР № 020461 от 04.03.1997.
Подписано в печать 15.10.2015. Формат 60 × 84 1/16.
Печ. л. 1,0. Тираж 100 экз. Заказ .
Редакционно-издательский отдел СГУГиТ
630108, Новосибирск, Плахотного, 10.
Отпечатано в картопечатной лаборатории СГУГиТ
630108, Новосибирск, Плахотного, 8.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. Определение местоположения объекта недвижимости (ОН) в геопространстве территориального образования (ТО) является основой кадастровой деятельности, находящей свое отражение в межевом или техническом плане. Качественное определение местоположения позволяет получить достоверную кадастровую информацию и поставить ОН на государственный кадастровый учет (ГКУ) с дальнейшим формированием научно обоснованной налогооблагаемой базы, которая, в том числе, формирует бюджет территориального образования (ТО).

Поэтому не случайно вопросам геодезического обеспечения для создания единого геопространства территориального образования, в котором осуществляется кадастровая деятельность, посвящено значительное число научно-технических публикаций известных российских ученых. Здесь, в первую очередь, следует отметить фундаментальные научные исследования следующих авторов: Батракова Ю. Г., Варламова А. А., Волкова С. Н., Гальченко С. А., Карпика А. П., Коугия В. А., Маркузе Ю. И., Сизова А. П., Неумывакина Ю. К. и многих других.

Вместе с этим следует отметить, что в настоящее время при постановке сформированных ОН на ГКУ существует значительное число научно-технических задач, обусловленных следующими причинами: пересечением или наложением границ вновь сформированных на ранее учтенные земельные участки (ЗУ), несовпадением объекта капитального строительства (ОКС) с принадлежащим ему ЗУ. Указанные обстоятельства приводят к большому количеству земельных споров, к отказам в постановке на ГКУ ОН, что не позволяет своевременно оформить права на ОН и передать необходимую информацию в федеральную налоговую службу (ФНС). Кроме этого, как показывает практика, у правообладателей возникают серьезные затруднения при восстановлении границ принадлежащего им земельного участка в случае их несанкционированного нарушения или утраты.

Отмеченные недостатки при осуществлении кадастровой деятельности обусловлены отсутствием критериального алгоритма, определяющего соответствие геодезического обоснования (ГО) целям и задачам ведения государственного кадастра недвижимости (ГКН); многоступенчатостью исходного ГО и, как следствие, существенным влиянием ошибок исходных данных; изменением систем координат в территориальном образовании; ориентацией ГО только на точность крупномасштабного картографирования ГО; отсутствием методики контроля точности определения координат характерных точек, закрепляющих границы ЗУ, при постановке на ГКУ ОН.

Целью исследования является разработка и исследование методики координатного обеспечения кадастровой деятельности в территориальных образованиях.

Основные задачи исследования:

- осуществление информационно-аналитического обзора технической и нормативно-правовой литературы по созданию ГО для координатного обеспечения землеустроительной и кадастровой деятельности в ГО;
- разработка структуры геодезического обоснования для координатного обеспечения, исходя из этапов осуществления кадастровой деятельности;
- определение критериального алгоритма для оценки точности геодезического обоснования, исходя из цели кадастровой деятельности;
- разработка технологических решений по восстановлению характерных точек (межевых знаков), закрепляющих границы земельных участков в территориальном образовании;
- проектирование геодезического обоснования на примере города Новосибирска в соответствии с предложенной структурой ГО и критериальным алгоритмом и оценка точности его параметров на соответствие цели кадастровой деятельности.

Научная новизна выполненных исследований:

- предложена трехступенчатая структура геодезического обоснования (ГО), для которой на основании метода математического моделирования вы-

полнен анализ точности параметров всех ступеней и доказано пренебрегаемо малое влияние ошибок исходных данных;

– разработан критериальный алгоритм для оценки качества ГО, в котором впервые предложено использовать в качестве основного нормативного критерия среднюю квадратическую ошибку (СКО) взаимного положения характерных точек земельных участков внутри кадастрового квартала (КК);

– разработана методика, позволяющая с нормативно установленной точностью создавать ГО для координатного обеспечения кадастровой и землеустроительной деятельности и восстанавливать характерные точки ЗУ относительно ОКС вне зависимости от изменения системы координат в ТО.

Теоретическая и практическая значимость выполненных исследований:

– возможность кадастрового инженера и сотрудников кадастровой палаты при создании трехступенчатого геодезического обоснования выполнять оценку точности без учета влияния ошибок исходных данных;

– полноценный контроль точности используемых измерительных технологий на всех этапах построения геодезического обоснования;

– контроль стабильности исходных пунктов при построении младших ступеней геодезического обоснования;

– одновременное координирование всех характерных точек внутри кадастрового квартала, закрепляющих как границы земельных участков, так и объектов капитального строительства, при создании третьей ступени ГО (межевое съемочное обоснование);

– надежное закрепление координатной системы внутри кадастрового квартала в виде углов ОКС и выходов подземных коммуникаций;

– возможность оперативного восстановления с нормативно установленной точностью характерных точек ЗУ относительно объектов капитального строительства независимо от изменения систем координат в территориальном образовании.

Методология и методы исследования. Теоретические и практические исследования выполнены на основании математического моделирования, базиру-

ющегося на методе наименьших квадратов, теории вероятности и математической статистики. Реализация этих методов осуществлялась с использованием алгоритмов, предложенных Маркузе Ю. И.

Положения, выносимые на защиту:

– предложенная структура геодезического обоснования позволяет с заданной точностью выполнить координирование объектов кадастровой и землеустроительной деятельности;

– разработанный критериальный алгоритм устанавливает требования к точности каждой ступени геодезического обоснования исходя из средней квадратической ошибки взаимного положения характерных точек, закрепляющих границы земельных участков внутри кадастрового квартала;

– технологические решения по восстановлению характерных точек, закрепляющих границы земельных участков относительно объектов капитального строительства, позволяют с нормативно заданной точностью восстанавливать утраченные границы независимо от изменения системы координат в территориальном образовании.

Степень достоверности и апробация результатов исследования. Основные положения диссертационной работы и результаты исследований докладывались, обсуждались и получили одобрение на международных научных конгрессах «Интерэкспо ГЕО-Сибирь» (2013, 2014, 2015 гг., город Новосибирск).

Достоверность результатов исследований, изложенных в диссертации, подтверждается внедрением в производство разработанной методики по созданию и реконструкции геодезического обоснования для землеустроительных и кадастровых работ в территориальном образовании (акты о внедрении).

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обоснована актуальность темы исследования, сформулированы цель и задачи, положения, выносимые на защиту, научная новизна, теоретическая и практическая значимость.

В первом разделе диссертации рассмотрено нормативно-правовое обеспечение и современное состояние геодезического обоснования в территориальных образованиях Российской Федерации. Сделан вывод о том, что существующее ГО по точности параметров не соответствует современным требованиям обеспечения геопространственных данных, а критерии для оценки точности геодезического обоснования не привязаны к целям кадастровой деятельности. Кроме этого, установлено, что на современном этапе земельно-имущественных отношений нарушается основополагающий принцип земельного законодательства «О единстве судьбы ЗУ и принадлежащего ему объекта капитального строительства». При осуществлении кадастровой деятельности многочисленные пересечения и наложения границ вновь образованных с ранее учтенными земельными участками приводят к серьезным затруднениям при осуществлении ГКУ и создании достоверной налогооблагаемой базы ГО. В ходе исследований было установлено, что структура геодезического обоснования не соответствует современным технологическим возможностям измерительного оборудования и задаче надежного закрепления в ГО установленной системы координат. Она характеризуется многоступенчатостью, что обуславливает наличие влияния ошибок исходных данных, в свою очередь, приводит к существенному искажению кадастровой информации и является одной из причин ошибочного восстановления характерных точек, закрепляющих в территориальном образовании границы ЗУ.

Во втором разделе разработана структура геодезического обоснования и критериальный алгоритм для оценки точности ГО, предложены технологические решения по координированию и восстановлению характерных точек, закрепляющих на местности границы ЗУ.

Предлагаемая трехступенчатая структура геодезического обоснования для координатного обеспечения кадастровой деятельности, используемые при ее создании измерительные технологии, решаемые задачи и особенности построения на местности приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Предлагаемая структура геодезического обоснования

Название ступени ГО	Используемые измерительные технологии	Решаемые задачи и особенности построения на местности
Опорная межевая сеть (ОМС)	Использование глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС)	1 Закрепление координатной системы в ТО. Плотность пунктов один пункт на 25 км ² . 2 Расположение пунктов на крышах зданий и сооружений. 3 Объединение всех пунктов ОГС, сохранившихся в ТО, в единую координатную систему
Межевая сеть сгущения (МСС)	Модифицированный лучевой вариант (спутниковые и наземные измерительные технологии)	1 Перенос координатной системы в кадастровый квартал (КК). Плотность – не менее двух пунктов с прямой оптической видимостью. 2 Расположение пунктов на физической поверхности Земли. 3 Объединение всех пунктов ГСС, сохранившихся в ТО в единую координатную систему
Межевое съемочное обоснование (МСО)	Ходы электронной тахеометрии (наземные измерительные технологии)	1 Координирование всех объектов кадастровой деятельности и землеустроительных мероприятий в кадастровом квартале. 2 Использование в качестве определяемых пунктов МСО характерных точек ОКС и выходов подземных коммуникаций. 3 Используется как исходная основа при восстановлении характерных точек, закрепляющих границы земельных участков. 4 Может использоваться как исходная основа для картографирования ТО

Уменьшение числа ступеней геодезического обоснования приведет к существенному уменьшению влияния ошибок исходных данных, упрощению организации геодезических работ для координатного обеспечения кадастровой деятельности и в конечном итоге – к значительному улучшению качества кадастровой информации.

При разработке критериального алгоритма в качестве основного критерия была принята средняя квадратическая ошибка (СКО) взаимного положения характерных точек, закрепляющих границы земельных участков внутри кадастрового квартала $m_{3y} = 10$ см. Целесообразность данного предложения и его практическое значение заключаются в том, что в современных условиях осуществ-

ления кадастровой деятельности повсеместно отмечается пересечение или наложение границ вновь образованных на ранее учтенные ЗУ в пределах КК. Поэтому кадастровый квартал был установлен в качестве основного структурного элемента при разработке структуры ГО и критериального алгоритма для оценки точности его параметров.

Предлагаемый допуск $m_{зу} = 10$ см соответствует точности картографирования городской территории в масштабе 1 : 500, где установлена предельная ошибка взаимного положения четких контуров Δ , которая при принятии статистического коэффициента равным $t = 2$ (доверительной вероятности $\beta = 0,95$), приводит к следующему значению средней квадратической ошибки взаимного положения четких контуров m

$$\Delta = 0,4 \text{ мм} \cdot M = 20 \text{ см}; \quad m = \frac{\Delta}{t} = \frac{20 \text{ см}}{2} = 10 \text{ см}. \quad (1)$$

Надежной основой закрепления координатной системы внутри КК являются углы ОКС и выходы подземных коммуникаций (постоянное геодезическое обоснование), которые в дальнейшем целесообразно использовать при восстановлении характерных точек, закрепляющих границы ЗУ. Поэтому для того, чтобы СКО ОКС не оказывали существенного влияния на точность восстанавливаемых характерных точек ЗУ, использовано известное соотношение между точностью исходной основы и определяемого параметра в виде $K = 2$. Таким образом, СКО взаимного положения характерных точек ОКС составит

$$m_{\text{ОКС}} = \frac{m_{зу}}{t} = \frac{10 \text{ см}}{2} = 5 \text{ см}. \quad (2)$$

Вновь принятым законом о комплексных кадастровых работах предполагается, что «при уточнении границ ЗУ, исправлении кадастровой ошибки, площадь земельного участка, ..., не должна быть уменьшена на величину более чем десять процентов от площади, сведения о которой содержатся в ГКН». Следовательно, представляется целесообразным для ГО ввести еще один кри-

териальный показатель $m_p = 0,05 \cdot P$, где P – площадь кадастрового квартала или земельного участка.

Предлагаемые допуски относятся к третьей ступени ГО – межевому съемочному обоснованию, которое внутри КК создается методом «электронной тахеометрии», при этом важнейшим компонентом является требование одновременного координирования характерных точек ЗУ и углов ОКС. В том случае, когда с требуемой точностью угол ОКС не определяется, предусматривается заложение угловой стенной марки.

Для передачи системы координат в кадастровый квартал предлагается использовать вторую ступень ГО, представляющую межевую сеть сгущения, которая создается методом «модифицированного лучевого варианта» (сочетание спутниковых и наземных измерительных технологий, для контроля точности спутникового позиционирования). СКО взаимного положения пунктов МСС внутри КК предлагается вычислять с использованием следующей формулы:

$$m_{\text{МСС}} = \frac{m_{\text{ОКС}}}{K} = \frac{5 \text{ см}}{2} = 2,5 \text{ см.} \quad (3)$$

Требование к СКО взаимного положения смежных пунктов исходной ступени ГО – опорной межевой сети (закрепляющей в ГО выбранную координатную систему) предлагается устанавливать с использованием аналогичного уравнения

$$m_{\text{ОМС}} = \frac{m_{\text{МСС}}}{K} = \frac{2,5 \text{ см}}{2} = 1,2 \text{ см.} \quad (4)$$

СКО положения пункта в наиболее слабом месте исходной ступени ГО относительно начала системы координат не должна превышать 10 см. Введение такого критерия позволит установить возможность использования пунктов ОМС в том числе и для решения задач градостроительной деятельности на застроенных территориях ГО.

Предлагаемый критериальный алгоритм, для оценки точности всех ступеней ГО, позволяющий установить связь между нормативно заданной точностью

определения местоположения земельного участка в кадастровом квартале и СКО параметров ступеней геодезического обоснования, приведен в таблице 2.

Таблица 2 – Критериальный алгоритм для оценки точности параметров ГО

Существующие требования			Предлагаемые требования		
Структура ГО	Параметр	Значение	Структура ГО	Параметр	Значение
Координирование объектов кадастровой деятельности	СКО характерной точки ЗУ	10 см	Межевое съёмочное обоснование (МСО)	СКО взаимного положения характерных точек ЗУ внутри КК ($m_{ЗУ}$)	10 см
	СКО характерной точки ОКС			СКО взаимного положения характерных точек ОКС внутри КК ($m_{ОКС}$)	5 см
				СКО определения площади КК и ЗУ (m_P)	$0,05 \cdot P$
Опорная межевая сеть	СКО взаимного положения пунктов	5 см	Межевая сеть сгущения (МСС)	СКО взаимного положения пунктов МСС внутри КК ($m_{МСС}$)	2,5 см
			Опорная межевая сеть (ОМС) или сеть активных базовых станций	СКО взаимного положения пунктов ОМС ($m_{ОМС}$)	1,2 см
				СКО наиболее слабого пункта относительно начала системы координат ТО (m_I)	10 см

Практическим достоинством предлагаемой структуры ГО является возможность оперативно и с требуемой точностью правообладателю или кадастровому инженеру восстанавливать границы земельных участков относительно углов ОКС. Для варианта плотной застройки с расположением характерных точек ЗУ вблизи ОКС наиболее простым способом восстановления характерных точек ЗУ является способ линейной засечки (рисунок 1). При таком способе восстановления границ необходимо самое недорогое наземное измерительное оборудование.



Условные обозначения:

- - - – границы земельных участков;
- – разбивочные элементы линейной засечки;
- - - – измеренные линейные элементы для контроля точности координирования ОКС;
- – характерные точки (межевые знаки), закрепляющие на местности границы ЗУ;
- объект капитального строительства.

Рисунок 1 – Использование линейной засечки при восстановлении МЗ

В условиях разреженной застройки, когда разбивочные длины линий в линейной засечке превышают длину мерного прибора, целесообразно использовать обратную угловую засечку или линейно-угловую, при которых восстановление утраченной характерной точки ЗУ выполняется методом редуцирования.

Несоответствие точности положения на местности ОКС предложенному критериальному алгоритму определяет целесообразность применения при восстановлении характерных точек земельных участков комбинированной засечки с использованием ГНСС-технологии.

Предложенная во втором разделе методика создания и реконструкции геодезического обоснования приведена на рисунке 2.

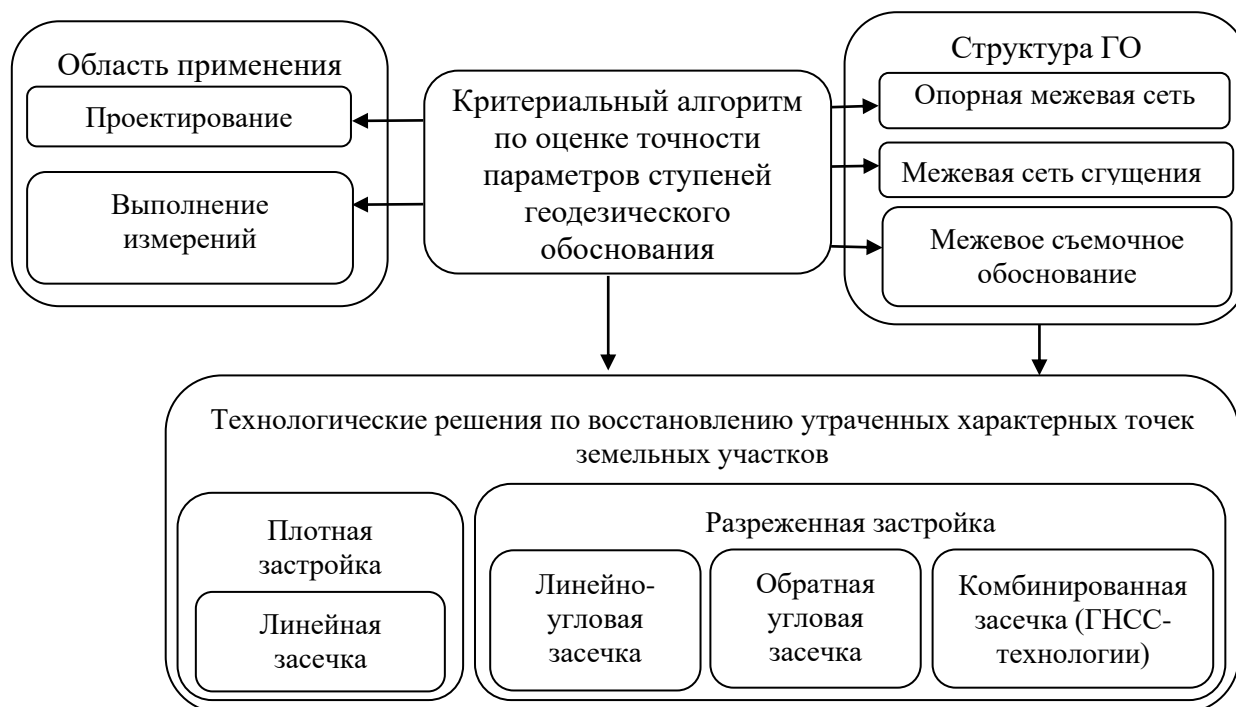


Рисунок 2 – Методика создания ГО для координатного обеспечения кадастровой деятельности

В результате выполненных исследований во втором разделе были сделаны следующие выводы:

- предложенная трехступенчатая структура геодезического обоснования снижает влияние ошибок исходных данных, что позволяет существенно повысить точность параметров ступеней ГО и получать кадастровым инженером достоверные результаты при оценке точности параметров ЗУ и ОКС;

- функциональное назначение каждой ступени геодезического обоснования позволяет с наивысшей эффективностью сохранить и использовать координатную систему при осуществлении кадастровых и землеустроительных работ;

- одновременное координирование характерных точек ЗУ и углов ОКС при создании МСО позволяет создать единое геопространство в пределах кадастрового квартала, что особенно важно при проведении комплексных кадастровых работ;

– использование углов капитальных зданий и сооружений в качестве исходных пунктов позволяет с высокой эффективностью восстанавливать утраченные характерные точки границ земельных участков без наличия дорогого технологического оборудования и при изменении системы координат в ГО;

– положенная в основу разработанного критериального алгоритма ошибка взаимного положения характерных точек, закрепляющих на местности границы ЗУ и ОКС в пределах кадастрового квартала, позволяет оценивать запроектированное и построенное на местности ГО с учетом цели и задач осуществления кадастровой деятельности, в том числе комплексных кадастровых работ.

В третьем разделе диссертации описан алгоритм для оценки точности параметров ступеней геодезического обоснования, а также выполнено проектирование трехступенчатого ГО и оценка его точности в соответствии с разработанной структурой и предложенным критериальным алгоритмом.

Метод математического моделирования, основанный на методе наименьших квадратов, предполагает, что t -мерный вектор координат определяемых пунктов геодезической сети $\{x_i, y_i\}$ при условии нормального распределения случайных ошибок геодезических измерений оценивается с использованием корреляционной матрицы

$$K_{x,y} = \mu^2 \cdot (A^T \cdot P \cdot A)^{-1} = \mu^2 \cdot Q, \quad (5)$$

где μ – средняя квадратическая ошибка единицы веса, которая на этапе оценки точности проекта для угловых и линейно-угловых сетей принимается равной нормативно определенной СКО измеренных углов m_β ; для геодезического построения, в котором измерены только длины линий (трилатерация), μ будет равна СКО запроектированных длин линий m_L , а для ГНСС-построений μ принимается равной инструментальной точности спутниковых приемников $m_{\text{ГНСС}}$.

Оценка точности проектов геодезического обоснования производилась на основании вычисления СКО параметров геодезического построения и их сравнения с нормативными значениями, предложенными в критериальном алгоритме.

СКО положения пункта относительно ближайшего исходного пункта вычислялась по следующим формулам:

$$m_i = \sqrt{m_{X_i}^2 + m_{Y_i}^2};$$

$$m_{X_i} = \mu \cdot \sqrt{Q_{X_i}}, \quad m_{Y_i} = \mu \cdot \sqrt{Q_{Y_i}}, \quad (6)$$

$$m_i = \mu \cdot \sqrt{Q_{X_i} + Q_{Y_i}};$$

СКО взаимного положения смежных пунктов:

$$m_{I-J} = \sqrt{m_{X_{I-J}}^2 + m_{Y_{I-J}}^2} = \mu \cdot \sqrt{Q_{X_I} + Q_{X_J} + Q_{Y_I} + Q_{Y_J} - 2 \cdot (Q_{X_I X_J} + Q_{Y_I Y_J})}, \quad (7)$$

СКО определения площади структурной единицы территориального образования, ограниченной пунктами геодезического построения, вычислялась по формуле

$$m_P^2 = \frac{\mu^2}{4} \cdot \left\{ \sum_1^n (Y_{I+1} - Y_{I-1})^2 \cdot Q_{X_I} + \sum_1^n X_I^2 \cdot (Q_{Y_{I+1}} + Q_{Y_{I-1}} - 2Q_{Y_{I+1} Y_{I-1}}) \right\}. \quad (8)$$

При оценивании влияния ошибок построения исходной ступени геодезического обоснования (ОМС) на параметры межевой сети сгущения использовалась формула, предложенная В. А. Коугия

$$K_{x, \text{уид}} = \mu_{\text{ид}}^2 \cdot \left\{ A^T \cdot \left(P + \frac{\mu_{\text{ид}}^2}{\mu^2} \cdot B \cdot Q_{x, \text{уид}} \cdot B^T \right) \cdot A \right\}^{-1}, \quad (9)$$

где B – матрица частных производных вектора измерений в межевой сети сгущения по координатам исходных пунктов;

$Qx, y_{ид}$ – матрица весовых коэффициентов координат пунктов в исходной ступени геодезического обоснования;

$\mu_{ид}$ – СКО единицы веса, принятая при математической обработке исходной ступени геодезического обоснования.

Для оценивания средней точности запроектированного геодезического построения была использована формула, предложенная Тамутисом Ю. Г.

$$Spk = \sqrt{\frac{\sum_{I=1}^n m_I^2}{n}}, \quad (10)$$

где m_I – средняя квадратическая ошибка параметра;

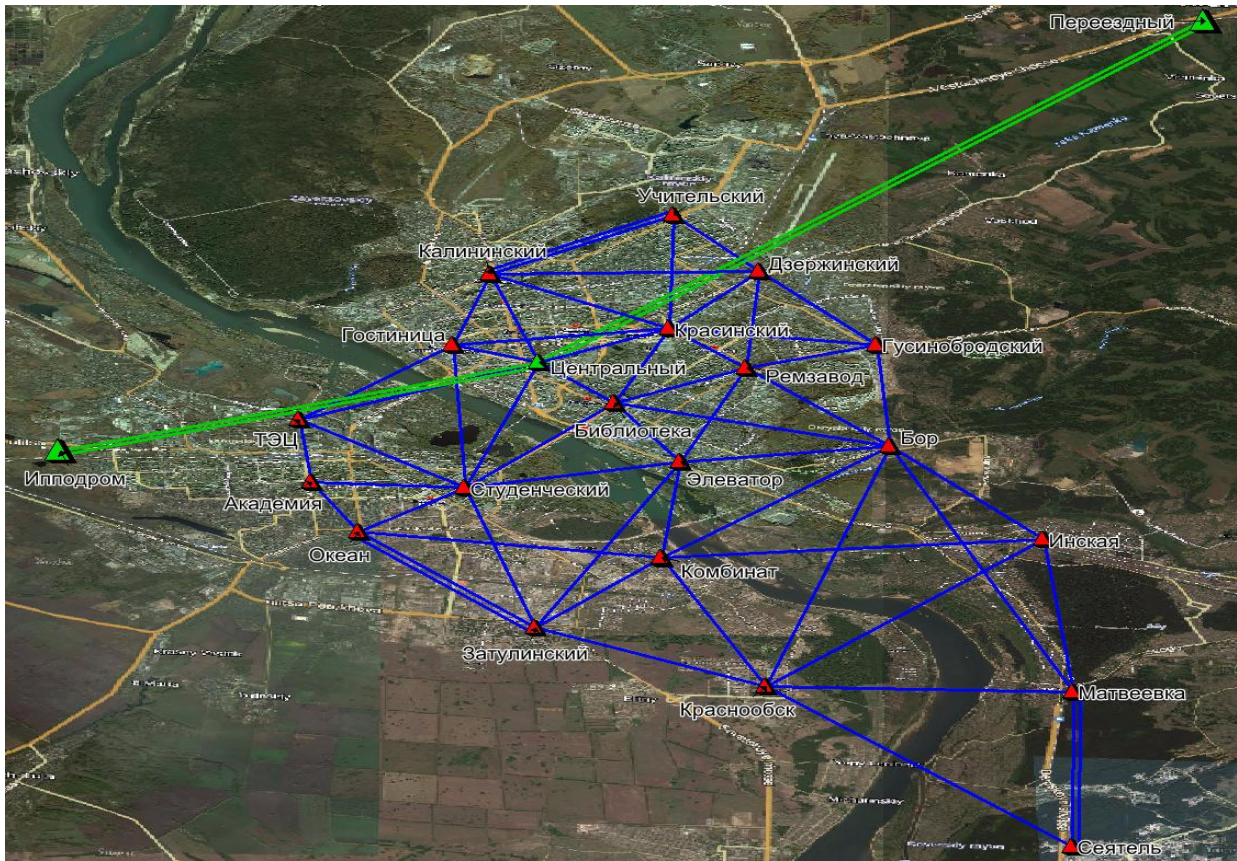
I – текущий номер;

n – число оцениваемых параметров.

Реализация предлагаемой структуры геодезического обоснования и оценка точности параметров в соответствии с разработанным критериальным алгоритмом осуществлены на примере территориального образования г. Новосибирска. Проектирование осуществлялось в программном продукте MapInfo на растровой подложке в виде космического снимка системы «Яндекс – карты» (имеющегося в открытом доступе).

Расположение определяемых пунктов ОМС (рисунок 3) соответствует существующим пунктам опорной геодезической сети второго класса.

Проектирование ОМС выполнялось как с учетом использования наземных (первый и второй вариант построения ОМС), так и спутниковых измерительных технологий (третий вариант построения ОМС). Расчетные характеристики анализируемых вариантов и точности запроектированного измерительного технологического оборудования приведены в таблице 3.



Условные обозначения:



– исходные пункты государственной геодезической сети;



– определяемые пункты ОМС;



– линейные измерения, соответствующие варианту построения ОМС с использованием наземных измерительных технологий

Рисунок 3 – Проект первой ступени геодезического обоснования ОМС на территорию города Новосибирска

Таблица 3 – Результаты оценки точности трех вариантов создания ОМС

Номер варианта	Название варианта построения ОМС	Точность измерительного оборудования	Название оцениваемого параметра			
			m_{I-J} , см	Spk , см	m_I , см	Spk , см
Нормативное значение			1,2 см		10,0 см	
1	Триангуляция	$m_\beta = 1''$, $m_S/S = 1/300\ 000$	11,5	6,2	19,7	8,7
2	Линейно-угловая сеть	$m_\beta = 1''$, $m_S/S = 1/300\ 000$	7,8	4,0	15,0	6,6
3	Спутниковая сеть	$m_{ГНСС} = 2,6$ см	1,2	1,0	1,7	1,2

Анализ результатов оценки точности параметров ОМС, выполненной с использованием формул (6), (7), (10), позволил сделать следующие выводы:

- для вариантов построения ОМС с использованием наземного измерительного оборудования СКО все параметры не соответствуют не только значениям предложенного критериального алгоритма, но и требованиям существующего земельного законодательства (см. таблицу 2);

- требованиям предложенного критериального алгоритма соответствует сетевой вариант построения ОМС с контролем точности выполненного спутникового позиционирования в виде координатных невязок замкнутых геометрических фигур.

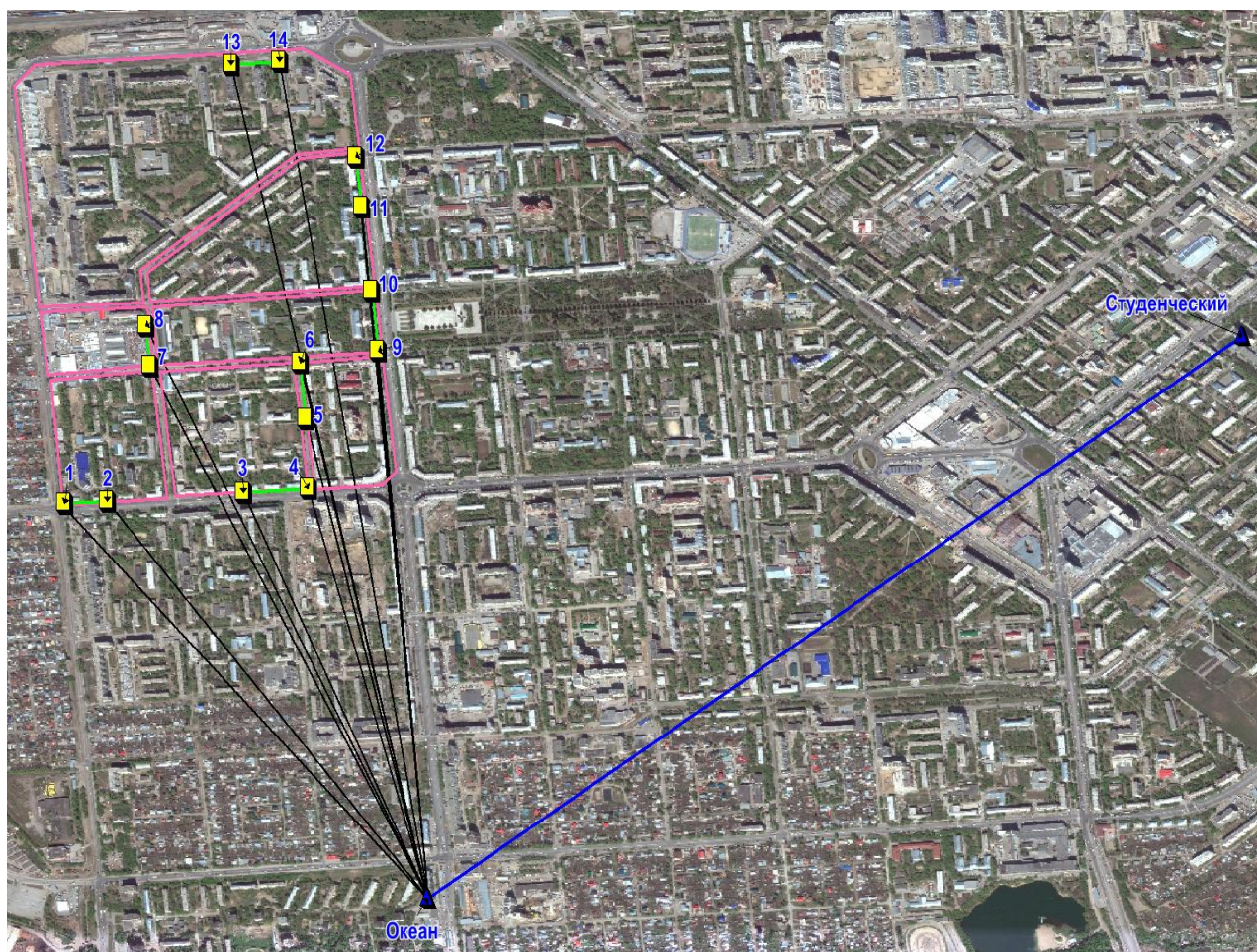
Проект второй ступени геодезического обоснования – межевой сети сгущения (МСС) – запроектирован по схеме «модифицированного лучевого варианта» и приведен на рисунке 4.

Точность определения положения пунктов в «модифицированном лучевом варианте» оценивалась с использованием формул (6), (7). Для контроля точности спутникового позиционирования предусмотрено сравнение измеренной длины линии наземным измерительным средством со своим значением, вычисленным по координатам определяемых пунктов МСС

$$\sqrt{(X_i - X_j)^2 + (Y_i - Y_j)^2} - L_{\text{изм}} \leq m_{\text{МСС}} = 2,5 \text{ см.} \quad (11)$$

Для реализации критерия (11) наземное измерительное средство должно обеспечивать СКО не грубее $m_{\text{изм}} = m_{\text{МСС}}/2 = 2,5 \text{ см}/2 = 1,2 \text{ см}$.

Оценка точности запроектированного варианта МСС показывает, что использование «модифицированного лучевого варианта» позволяет получить точностные характеристики, соответствующие требованиям предложенного критериального алгоритма на примере кадастровых кварталов города Новосибирска. Следует отметить, что данная схема проектирования МСС исключает влияния ошибок исходных данных, но не позволяет выполнить контроль стабильности исходного пункта ОМС в пространстве.



Условные обозначения:






-  – исходные пункты ОМС;
-  – границы кадастрового квартала;
-  – линия между пунктами МСС, измеряемая для контроля точности спутникового позиционирования наземными методами;
-  – определяемые пункты МСС;
-  – измеряемые базовые векторы с использованием ГНСС-технологий

Рисунок 4 – Проект МСС с использованием одного исходного пункта ОМС

Для устранения этого существенного недостатка был запроектирован вариант построения МСС от двух исходных пунктов ОМС. В этом случае контроль стабильности исходных пунктов ОМС осуществляется на основании сравнения координат определяемых пунктов МСС, полученных относительно анализируемых исходных пунктов

$$\sqrt{(X_i^{\text{Океан}} - X_i^{\text{Студенческий}})^2 + (Y_i^{\text{Океан}} - Y_i^{\text{Студенческий}})^2} \leq m_{\text{МСС}} =$$

2,5 см. (12)

Результаты оценки точности МСС с учетом влияния ошибок исходных данных, выполненной с использованием формулы (9) при различных способах построения первой ступени ГО, приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Результаты оценки точности межевой сети сгущения

Параметр	Значение параметра			
	Нормативное значение	Без учета ошибок исходных данных	С учетом ошибок исходных данных в зависимости от способа построения первой ступени ГО	
			ГНСС	Триангуляция
СКО положения наиболее слабого пункта, см	10,0	№ 13 0,9	№ 13 1,2	№ 13 4,8
СКО взаимного положения пунктов МСС, см	2,5	№ 13 – № 14 1,2	№ 13 – № 14 1,4	№ 13 – № 14 3,4

Анализ полученных результатов позволил сделать следующие выводы:

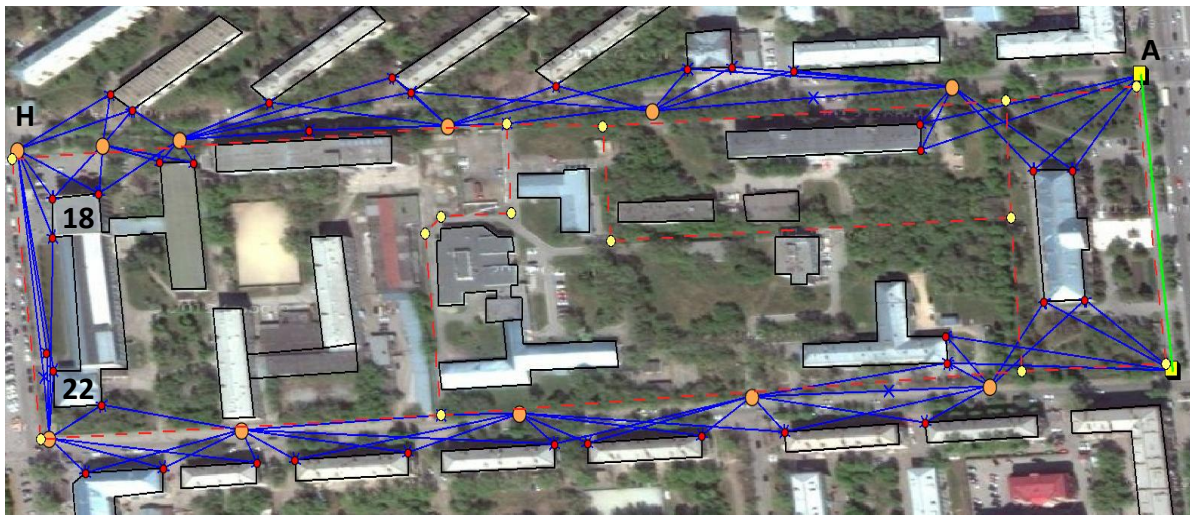
- первая ступень ГО (ОМС) должна создаваться с использованием ГНСС-технологий. В этом случае при построении второй ступени (МСС) ошибками исходных данных можно пренебречь. При использовании в качестве исходных данных существующего городского ГО математическую обработку результатов наблюдений необходимо выполнять с учетом ошибок исходных данных;

- учитывая большую техногенную нагрузку на городскую территорию, при построении МСС необходимо использовать схему «модифицированного лучевого варианта» с двумя исходными пунктами, которая обеспечивает контроль точности спутникового позиционирования с использованием критерия (11), а контроль стабильности исходных пунктов в пространстве – с использованием критерия (12);

– полученные в результате оценки точности МСС значения средних квадратических ошибок удовлетворяют требованиям, предложенным в критериальном алгоритме.

Учитывая плотную застройку территориальных образований и, как следствие, затруднение в работе ГНСС-оборудования, оптимальным способом построения третьей ступени ГО являются ходы «электронной тахеометрии». Проект межевого съемочного обоснования (МСО) представлен на рисунке 5.

Результаты оценки точности МСО, полученные с использованием формул (7) и (8), приведены в таблице 5.



Условные обозначения:

- исходные пункты МСС;
- линия между пунктами МСС, измеряемая наземными методами, для контроля точности спутникового позиционирования;
- определяемые пункты МСО (места установки электронного тахеометра);
- измеряемые элементы хода электронной тахеометрии;
- связующие точки хода;
- промежуточные точки, являющиеся объектами для координирования;
- выходы подземных коммуникаций;
- границы земельных участков;

Рисунок 5 – Проект МСО на кадастровый квартал Ленинского района города Новосибирска

Таблица 5 – Результаты оценки точности МСО

Параметр	Нормативное значение	Максимальное значение
СКО взаимного положения характерных точек ЗУ, см	10	№ 18 - № 22 6,8
СКО взаимного положения характерных точек ОКС внутри КК, см	5	Н-А 3,4
СКО определения площади КК, м ²	5 625	35,6
СКО определения площади ЗУ, м ²	815	5,2

Анализ представленных результатов позволил сделать вывод о том, что проект МСО соответствует предложенному критериальному алгоритму и может быть рекомендован для координатного обеспечения кадастровой и землеустроительной деятельности и проведения комплексных кадастровых работ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных теоретических и экспериментальных исследований была разработана и исследована методика создания геодезического обоснования для координатного обеспечения кадастровой деятельности в ТО.

Решение поставленных в диссертационном исследовании научно-технических задач позволило сформулировать следующие основные выводы:

- в результате информационно-аналитического обзора определены области нарушения земельного законодательства и существенные недостатки нормативно-правовых документов, регламентирующих геодезическое обеспечение ГКН, которые обуславливают серьезные затруднения при осуществлении кадастровой деятельности и землеустроительных мероприятий в ТО;

- предложена структура трехступенчатого геодезического обоснования, предусматривающая особенности землеустроительной и кадастровой деятельности, позволяющая не учитывать влияние ошибок исходных данных и предназначенная как для координатного обеспечения кадастровой деятельности, так и для выполнения градостроительных мероприятий;

- для каждой ступени геодезического обоснования предложены технологические решения по контролю точности использования измерительных технологий и анализу стабильности исходных пунктов;

– при построении третьей ступени ГО предложено одновременное координирование характерных точек границ ЗУ и контуров ОКС, позволяющее создать «постоянное геодезическое обоснование» в пределах кадастрового квартала и использовать его в ходе дальнейших кадастровых работ;

– в зависимости от плотности застройки и реальной точности координирования ОКС предложены технологические решения по восстановлению характерных точек ЗУ относительно ОКС случае их утраты или возникновения земельных споров;

– разработан критериальный алгоритм, устанавливающий требования к точности параметров всех ступеней ГО, основанный на нормативной СКО взаимного положения характерных точек ЗУ в кадастровом квартале;

– на основании предложенной структуры и разработанного критериального алгоритма выполнен проект ГО на территорию города Новосибирска;

– с использованием метода математического моделирования выполнен анализ точности параметров всех ступеней запроектированного ГО.

Рекомендации и перспективы дальнейшей разработки темы:

– разработанная методика позволяет создавать ГО и может использоваться всеми производственными подразделениями при выполнении координирования объектов землеустроительной и кадастровой деятельности в ГО;

– разработанный критериальный алгоритм является надежной основой для подготовки Министерством экономического развития Российской Федерации нормативно-правового документа, регламентирующего создание ГО для координатного обеспечения землеустроительной и кадастровой деятельности;

– представленные теоретические положения позволят разработать методику создания геодезического обоснования для геопространственного обеспечения ГО и создания 3D-кадастра в Российской Федерации.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1 Предложения по совершенствованию структуры геопространственного обеспечения территории населенных пунктов [Текст] / В. Г. Колмогоров,

Е. И. Аврунев, М. В. Метелева, А. В. Радченко // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2014. – № 4/С. – С. 186–188.

2 Аврунев, Е. И. Исследование структуры геодезического обоснования для обеспечения кадастровой деятельности в территориальном образовании [Текст] / Е. И. Аврунев, М. В. Метелева // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2015. – № 4/С. – С. 163–170.

3 Метелева, М. В. Проект межевой сети сгущения для координирования границ города Новосибирска [Текст] / М. В. Метелева // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2015. – № 4/С. – С. 158–162.

4 Аврунев, Е. И. К вопросу об оценке качества межевания земельных участков [Текст] / Е. И. Аврунев, И. А. Гиниятов, М. В. Метелева // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2013. IX Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Экономическое развитие Сибири и Дальнего Востока. Экономика природопользования, землеустройство, лесоустройство, управление недвижимостью» : сб. материалов в 4 т. (Новосибирск, 15–26 апреля 2013 г.). – Новосибирск: СГГА, 2013. Т. 3. – С. 43–50.

5 Аврунев, Е. И. Результат оптимизации построения опорной геодезической сети на территорию города Новосибирска [Текст] / Е. И. Аврунев, М. В. Метелева // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2014. X Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Экономическое развитие Сибири и Дальнего Востока. Экономика природопользования, землеустройство, лесоустройство, управление недвижимостью» : сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 8–18 апреля 2014 г.). – Новосибирск: СГГА, 2014. Т. 3. – С. 108–111.

6 Аврунев, Е. И. О совершенствовании системы координатного обеспечения государственного кадастра недвижимости [Текст] / Е. И. Аврунев, М. В. Метелева // Вестник СГГА. – 2014. – Вып. 1 (25). – С. 60–66.

7 Метелева, М. В. Геопространственное обеспечение для ведения государственного кадастра недвижимости на примере города Кемерово [Текст] / М. В. Метелева // Вестник СГГА. – 2014. – Вып. 3 (27). – С. 129–136.

8 Аврунев, Е. И. Предложения по восстановлению границ земельных участков при их уничтожении или несанкционированном нарушении [Текст] / Е. И. Аврунев, М. В. Метелева // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2015. XI Междунар. науч. конгр., 13–25 апреля 2015 г., Новосибирск : Междунар. науч. конф. «Экономическое развитие Сибири и Дальнего Востока. Экономика природопользования, землеустройство, лесоустройство, управление недвижимостью» : сб. материалов в 4 т. Т. 3. – Новосибирск : СГУГиТ, 2015. – С. 98–105.