

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет»
(ТПУ)

На правах рукописи

Гатина Наталия Владимировна



Разработка методики информационного обеспечения кадастровых работ
в отношении линейных наземных и подземных инженерных сооружений

25.00.26 – Землеустройство, кадастр и мониторинг земель

Диссертация на соискание ученой степени кандидата
технических наук

Научный руководитель –
кандидат технических наук, доцент
Аврунев Евгений Ильич

Томск – 2022

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|---|----|
| ВВЕДЕНИЕ..... | 4 |
| 1 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ВЫПОЛНЕНИЯ КАДАСТРОВЫХ РАБОТ..... | 9 |
| 1.1 Информационно-аналитический обзор современного состояния методики выполнения кадастровых работ в отношении объектов недвижимости..... | 9 |
| 1.2 Анализ развития автоматизированной системы государственного кадастрового учета объектов недвижимости в Российской Федерации | 17 |
| 1.3 Анализ информационного обеспечения выполнения кадастровых работ в отношении линейных наземных и подземных инженерных сооружений..... | 26 |
| 1.4 Существующий алгоритм выполнения кадастровых работ в отношении линейных наземных и подземных инженерных сооружений | 32 |
| 1.5 Выводы и рекомендации по информационному анализу, выполненному в первом разделе диссертационного исследования | 41 |
| 2 РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАДАСТРОВЫХ РАБОТ В ОТНОШЕНИИ ЛИНЕЙНЫХ НАЗЕМНЫХ И ПОДЗЕМНЫХ ИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ | 45 |
| 2.1 Цели и задачи разработки методики информационного обеспечения кадастровых работ в отношении линейных инженерных сооружений..... | 45 |
| 2.2 Система принципов 3D-моделирования линейных наземных и подземных инженерных сооружений | 47 |
| 2.3 Разработка алгоритма информационного обеспечения кадастровых работ и формирование 3D-модели линейных инженерных сооружений..... | 50 |
| 2.4 Актуализация сведений государственных информационных систем обеспечения градостроительной деятельности..... | 66 |
| 2.5 Разработка алгоритма информационного обеспечения кадастровых работ и формирование технического плана линейных инженерных сооружений | 69 |

| | |
|---|-----|
| 2.6 Выводы по второму разделу диссертационного исследования | 73 |
| 3 АПРОБАЦИЯ МЕТОДИКИ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАДАСТРОВЫХ РАБОТ В ОТНОШЕНИИ ЛИНЕЙНЫХ НАЗЕМНЫХ И ПОДЗЕМНЫХ ИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ | 75 |
| 3.1 Цели и задачи адаптации разработанной методики информационного обеспечения кадастровых работ | 75 |
| 3.2 Реализация разработанной методики информационного обеспечения кадастровых работ на объектах адаптации | 76 |
| 3.4 Выводы по третьему разделу диссертационного исследования | 91 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ | 93 |
| СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ..... | 95 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ А (обязательное) АКТЫ О ВНЕДРЕНИИ | 116 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ Б (обязательное) МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ ПО СОЗДАНИЮ ГЕОДЕЗИЧЕСКОГО ОБОСНОВАНИЯ СПОСОБОМ ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ..... | 120 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ В (обязательное) ФРАГМЕНТ ДЕЖУРНОГО ТОПОГРАФИЧЕСКОГО ПЛАНА | 122 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ Г (обязательное) ФРАГМЕНТ ТЕХНИЧЕСКОГО ПЛАНА ЛИНЕЙНОГО ИНЖЕНЕРНОГО СООРУЖЕНИЯ НАЗЕМНОГО РАСПОЛОЖЕНИЯ..... | 123 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ Д (обязательное) ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ ПАРАМЕТРЫ ОКС И КОНТРОЛЬ ТОЧНОСТИ ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ | 131 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ Е (обязательное) ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ КООРДИНАТЫ ХАРАКТЕРНЫХ ТОЧЕК И ИЗМЕРЕННЫЕ ДЛИНЫ ЛИНИЙ МЕЖДУ НИМИ..... | 135 |

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. Совершенствование отраслей экономики и социальной сферы Российской Федерации (РФ) напрямую зависит от масштабов земельных преобразований. Поскольку в настоящее время учетно-регистрационная система земельно-имущественного комплекса претерпевает цифровую трансформацию как в части автоматизации предоставления государственных услуг, так и в части внедрения инновационных технологий в области геодезии, кадастра и картографии, развитие современной учетно-регистрационной системы обуславливает создание трехмерного кадастра.

Формирование 3D-кадастра территориального образования (в том числе и городов) невозможно без 3D-моделирования его линейных инженерных сооружений (ЛИС), которое выполняется на основании результатов координатных определений параметров ЛИС для выполнения кадастровых работ (КР). Поэтому информационному обеспечению кадастровых работ и представлению полученных пространственных данных в соответствующих информационных системах следует уделять особое внимание.

Наполнение Единого государственного реестра недвижимости (ЕГРН) и государственных информационных систем обеспечения градостроительной деятельности (ГИСОГД) актуальной и достоверной пространственной информацией об объектах недвижимости (ОН) в значительной степени обуславливает эффективное управление территориальным образованием, градостроительной деятельностью, в том числе, комплексным градостроительным освоением подземного пространства, обеспечивает государству возможность проведения научно-обоснованной налоговой политики.

Таким образом, повышение эффективности информационного обеспечения проведения кадастровых работ в отношении линейных наземных и подземных инженерных сооружений, составляющих инфраструктуру территориального образования, представляет актуальную научно-техническую задачу, решение которой

в значительной степени обуславливает устойчивое развитие территориального образования.

Степень разработанности темы исследования. В настоящее время имеется значительное количество научно-технических разработок, посвященных анализу методик и технологий по получению и обработке кадастровой информации в отношении объектов недвижимости, расположенных в территориальном образовании. Это научные труды следующих известных российских ученых: Атаманова С. А., Басовой И. А., Быстрова А. Ю., Варламова А. А., Волкова С. Н., Гальченко С. А., Григорьева С. А., Карпика А. П., Комиссарова А. В., Лисицкого Д. В., Сизова А. П., Тикунова В. С., Цветкова В. Я., Шаповалова Д. А. и др. Вместе с этим, вопросам получения пространственной информации о линейных наземных и подземных инженерных сооружениях и ее актуализации уделено, по мнению автора, недостаточное внимание.

Цель и задачи исследования. Целью диссертационного исследования является разработка методики информационного обеспечения кадастровых работ в отношении линейных наземных и подземных инженерных сооружений.

Для достижения указанной цели необходимо решить следующие научно-технические задачи:

- выполнить информационно-аналитический обзор существующих методик и технологий выполнения кадастровых работ в отношении линейных наземных и подземных инженерных сооружений, составляющих инфраструктуру территориального образования (города);
- предложить систему принципов, которая будет являться основанием для 3D-моделирования линейных наземных и подземных инженерных сооружений;
- разработать алгоритм 3D-моделирования по результатам координатных определений характерных точек линейных наземных и подземных инженерных сооружений;
- разработать методику информационного обеспечения кадастровых работ на основании предложенной системы принципов и алгоритма 3D-моделирования линейных наземных и подземных инженерных сооружений;

– выполнить апробацию разработанной методики информационного обеспечения кадастровых работ в отношении линейных наземных и подземных инженерных сооружений на примерах сооружений трубопроводного транспорта газоснабжения, расположенных на территориях Томской области и Дальнего Востока.

Объект и предмет исследования. *Объект исследования* – линейные наземные и подземные инженерные сооружения. *Предмет исследования* – технологические операции, выполняемые при осуществлении кадастровых работ в отношении линейных наземных и подземных инженерных сооружений.

Научная новизна результатов исследования заключается в следующем:

– предложена система принципов 3D-моделирования линейных наземных и подземных инженерных сооружений, основанная на выборе метрики создаваемой математической модели и точностных параметров, задаваемых нормативно, исходя из ее целевого назначения;

– разработан алгоритм создания 3D-модели линейных наземных и подземных инженерных сооружений в метрике, позволяющий оценивать фактические параметры таких сооружений, проверяя их соответствие проектной, градостроительной документации, вносить соответствующую информацию на дежурный топографический план территории, наполнять 3D-модель территориального образования актуальной и достоверной пространственной кадастровой информацией.

Теоретическая и практическая значимость работы.

Теоретическая значимость диссертации заключается в теоретическом обосновании предложенных методических, технологических и технических решений по 3D-моделированию линейных наземных и подземных инженерных сооружений в метрике, обеспечивающей получение актуальной и достоверной информации о соответствующих пространственных параметрах объектов недвижимости.

Практическая значимость обусловлена возможностью использования результатов 3D-моделирования для внесения кадастровой информации в Единый государственный реестр недвижимости и формирования 3D-модели территориального образования.

Методология и методы исследования. При выполнении теоретической части работы использовались методы системного анализа, математического и геоинформационного моделирования. При выполнении практической части работы исходными материалами служили результаты координатных определений параметров линейных наземных и подземных инженерных сооружений для выполнения кадастровых работ.

Положения, выносимые на защиту:

– предложенная система принципов позволяет выполнять 3D-моделирование линейных наземных и подземных инженерных сооружений в метрике, обеспечивающей решение научно-технических задач кадастровой и градостроительной деятельности;

– разработанная методика информационного обеспечения кадастровых работ в отношении линейных наземных и подземных инженерных сооружений позволяет эффективно актуализировать кадастровую информацию и наполнять Единый государственный реестр недвижимости и документы территориального планирования достоверной пространственной информацией о параметрах линейных инженерных сооружений и инженерной инфраструктуры, необходимой для устойчивого развития территориального образования.

Соответствие диссертации паспорту научной специальности. Диссертационное исследование по содержанию и характеру полученных результатов соответствует следующим областям исследования: 5 – Принципы сбора, документирования, накопления, обработки и хранения сведений о земельных участках. Разработка единой методики по ведению земельного кадастра; 7 – Информационное обеспечение Государственного земельного кадастра паспорта научной специальности 25.00.26 – Землеустройство, кадастр и мониторинг земель, разработанного экспертным советом ВАК Минобрнауки России.

Степень достоверности и апробация результатов. Основные результаты докладывались и обсуждались на следующих Международных и Всероссийских научно-практических конференциях: «Регулирование земельно-имущественных

отношений в России» (2019, 2021 гг., г. Новосибирск), Международном конгрессе «Интерэкспо ГЕО-Сибирь» (2019, 2021 гг., г. Новосибирск), Международном научном симпозиуме студентов и молодых ученых им. академика М. А. Усова «Проблемы геологии и освоения недр» (2019, 2020, 2021 гг., г. Томск), Международной научно-технической онлайн-конференции «Пространственные данные в условиях цифровой трансформации» (2020 г., г. Москва) и 76-й научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых МИИГАиК (2021 г., г. Москва).

Результаты исследования внедрены в учебный процесс ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет геосистем и технологий» и в производственный процесс Управления Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии по Томской и Новосибирской области, а также в Филиал ФГБУ «Федеральная кадастровая палата Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии» по Новосибирской области, о чем свидетельствуют соответствующие акты о внедрении (приложение А).

Публикации по теме диссертации. Основные теоретические положения и результаты исследований представлены в девяти научных статьях, две из которых – в изданиях, входящих в перечень российских рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, одна – в журнале, входящий в международную реферативную базу данных и систему цитирования Scopus.

Структура диссертации. Общий объем диссертации составляет 140 страниц машинописного текста. Диссертация состоит из введения, трех разделов, заключения, списка литературы, включающего 139 наименований, содержит 5 таблиц, 27 рисунков, 6 приложений.

1 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ВЫПОЛНЕНИЯ КАДАСТРОВЫХ РАБОТ

1.1 Информационно-аналитический обзор современного состояния методики выполнения кадастровых работ в отношении объектов недвижимости

Проводимые в 90-х гг. прошлого века земельные реформы сыграли определяющую роль при выполнении кадастровых работ на современном этапе.

Еще с глубокой древности появилась процедура учета земель, при которой земля выступала основным средством производства в сельском хозяйстве. Для верного учета и сбора дани проводилась перепись жителей и их имущества, а поскольку главной доходной статьёй являлась земля, то при раскладе дани учитывалось ее количество и качество [56].

По своей сути кадастр в России определяется длительным развитием и некоторыми особенностями. Для создания системы кадастра были необходимы достоверные сведения о количественной, качественной и экономической оценке земельных, водных, лесных и минеральных ресурсов территорий. Главной целью развития земельных отношений в России [14] была систематизация того, что уже сложилось в прочный обычай, выразилось в форме единого земельного законодательства и дало возможность его совершенствования [90].

Уже к началу XX в. в России сложилась система учета недвижимости [60–62]. После революции прошла коллективизация, и частную собственность на землю исключили из российского законодательства. Остались государственная и колхозно-кооперативная собственность. Границы участков были установлены по сути формально. Учет и оценка недвижимости [33, 52] начали развиваться в двух направлениях.

Одно – по линии бюро технической инвентаризации (БТИ). БТИ учитывали в основном технические характеристики зданий и сооружений.

Второе направление осуществлялось Министерством сельского хозяйства. Оно касалось непосредственно земли, в основном сельскохозяйственных угодий.

В то время не занимались учетом земель, зданий и сооружений, соответственно, не существовало государственного реестра прав. Право частной собственности на землю и иную недвижимость не регистрировалось [15].

Организация работ по регистрации объектов капитального строительства была утверждена впервые Инструкцией «О порядке регистрации строений в городах, рабочих, дачных и курортных поселках РСФСР» в 1945 г., которая предусматривала упорядочивание информации об объектах капитального строительства (ОКС) и их последующую регистрацию в целях уточнения права владения строениями и учета строений по фондам в городах, рабочих, дачных и курортных поселках РСФСР [80], которую осуществляло бюро инвентаризации жилищно-коммунальных органов исполнительных комитетов местных Советов по установленным формам.

Регистрация имела следующие реестры:

- строений на праве государственной собственности, находящихся в ведении местных Советов;
- строений на праве государственной собственности, находящихся в ведении государственных учреждений и предприятий;
- строений кооперативных и других общественных организаций;
- строений отдельных граждан на праве личной собственности или праве застройки.

Указанные реестры оформлялись в виде реестровых книг, куда и вносились соответствующая информация об объектах капитального строительства.

В 1968 г. была утверждена Инструкция о порядке регистрации строений в городах, рабочих, дачных и курортных поселках [81], согласно которой необходимо было обеспечить в течение 1968–1970 гг. проведение правовой регистрации всех строений, независимо от их ведомственной принадлежности, которую осуществляло БТИ.

Права граждан на строения, расположенные в сельской местности, удостоверялись справкой о принадлежности гражданину жилого дома, расположенного за

пределами городской черты на землях совхоза, которая выдавалась администрацией совхоза в соответствии с записями в похозяйственной книге.

В 1990 г. был принят закон «О собственности в СССР» [76], который разграничил объекты права собственности на землю, ее недра, воды, растительный и животный мир, здания, сооружения, оборудование, предметы материальной и духовной культуры, деньги, ценные бумаги и иное имущество. С этого момента начались коренные изменения, которые положили начало земельной реформе, соответственно, и изменениям существующего земельного строя.

Для реализации основных целей и задач земельной реформы были приняты законы РСФСР «О земельной реформе» [72] и «О крестьянском фермерском хозяйстве» [74], которые создали условия реализации рынка земли, а утвержденный в 1991 году Земельный кодекс (ЗК) [38] узаконил частную собственность на землю и определил механизм передачи в собственность земельных участков (ЗУ).

Порядок ведения государственного земельного кадастра (ГЗК) [13], регистрации и оформления документов о правах на земельные участки и прочно связанную с ними недвижимость был утвержден Указом Президента Российской Федерации в 1993 г. [71], осуществлялся Комитетом Российской Федерации по земельным ресурсам и землеустройству и его территориальными органами на местах.

Все эти изменения потребовали разработки методических рекомендаций по выполнению, контролю, приемке и оформлению результатов работ по межеванию земель. Так, в 1996 г. Комитетом Российской Федерации по земельным ресурсам и землеустройству была утверждена Инструкция по межеванию земель [40]. Это был один из первых документов, который определял основное содержание работ, а также требования к точности и порядок выполнения таких работ. Инструкция по межеванию земель стала основополагающей при выполнении кадастровых работ на этапе развития земельной реформы.

Важнейшим событием в развитии учетно-регистрационной системы [28, 34] в России стало принятие и введение в действие Федерального закона (ФЗ)

от 21.07.1997 № 122-ФЗ «О государственной регистрации прав на недвижимое имущество и сделок с ним», согласно которому все права на недвижимое имущество, сделки с ним, а также ограничения, обременения прав подлежали государственной регистрации в Едином государственном реестре прав на недвижимое имущество и сделок с ним (ЕГРП) [70].

С принятием Федерального закона от 24.07.2007 № 221-ФЗ «О кадастровой деятельности», объектами кадастрового учета стали земельные участки, здания, сооружения, помещения, объекты незавершенного строительства [73], а с принятием в 2015 г. Федерального закона от 13.07.2015 № 218-ФЗ «О государственной регистрации недвижимости» [69] к перечню объектов, подлежащих государственному кадастровому учету (ГКУ), добавились машино-места и единый недвижимый комплекс, а также части земельных участков, зданий, сооружений, помещений и иные объектов недвижимости, подлежащих в соответствии с федеральным законом кадастровому учету.

Однако, на сегодняшний день, инструкции, требования и различные методики, разработанные Правительством с момента начала проведения земельной реформы, потеряли свою актуальность и морально устарели, а процесс выполнения кадастровых работ в отношении других объектов недвижимости государством не регламентирован.

Все это говорит об отсутствии утвержденных государственных методик по выполнению кадастровых работ в отношении объектов недвижимости, подлежащих кадастровому учету, использование которых позволило бы наполнять ЕГРН актуальными и достоверными сведениями [75], что подтверждается результатами отчетов Росреестра по основным ошибкам, допускаемым кадастровыми инженерами за 2015–2021 гг. [91].

Анализ отчетов Росреестра по основным ошибкам, допускаемым кадастровыми инженерами за 2015–2021 гг. [91] позволил выявить типовые ошибки при подготовке технических планов (ТП) на линейные сооружения. Такие ошибки были сгруппированы по следующим видам, представленным в таблице 1.

Таблица 1 – Основные ошибки, допускаемые кадастровыми инженерами при подготовке технических планов на линейные сооружения [91]

| Виды ошибок | | | | | | |
|--|--|---|---|--|--|---|
| Нарушения общих требований к подготовке ТП | Ошибки в документации, представляемой заказчиком КР | Ошибки в графической части ТП | Ошибки в характеристиках линейного сооружения | Нарушения, связанные с XML-документом (архив) | Ошибки, связанные с документами, приложенными к ТП | Ошибки препятствующие ГРП |
| В ТП не указан, либо допущена ошибка при указании типа контура ОКС (подземный, надземный или наземный) | Проектная документация (ПД) не утверждена застройщиком при наличии положительного заключения экспертизы ПД | Несоответствие графической части ТП графической части документов, на основании которых подготовлен такой ТП | Не приводятся сведения о ЗУ либо указывается не полный перечень ЗУ, в пределах которых располагается ОКС | ТП отсутствует в корне архива | Отсутствует подтверждение, что законодательством не предусмотрены подготовка и (или) выдача ПД, разрешения на строительство, технического паспорта, выданного до 01.01.2013, разрешения на ввод, выданного до 13.07.2015 | Не представлены документы для осуществления ГРП |
| Представляется ТП, подготовленный в связи с созданием ОН, при том, что в ЕГРН уже содержатся сведения об этом же объекте | На титульном листе ПД отсутствуют подписи и печати лиц, подготовивших такую документацию | На схеме расположения линейного сооружения на ЗУ не отображены границы ЗУ | Адрес ОН указан не в соответствии со сведениями и структурой, содержащимися в федеральной информационной адресной системе | Качество представленных электронных образов документов не позволяет в полном объеме прочитать текст документа и распознать его реквизиты | Характеристики ОН, указанные в ТП, не подтверждаются документами, на основании которых они внесены в ТП | Представленная для целей осуществления ГРП доверенность не содержит сведений о полномочиях лица, представляющего интересы правообладателя |

Продолжение таблицы 1

| Виды ошибок | | | | | | |
|--|---|--|--|---|--|---------------------------|
| Нарушения общих требований к подготовке ТП | Ошибки в документации, представляемой заказчиком КР | Ошибки в графической части ТП | Ошибки в характеристиках линейного сооружения | Нарушения, связанные с XML-документом (архив) | Ошибки, связанные с документами, приложенными к ТП | Ошибки препятствующие ГРП |
| Неверно применяются требования к точности и методам определения координат характерных точек контура сооружения | — | Выявляются расхождения в сведениях о расположении сооружения в кадастровом квартале и (или) в пределах ЗУ, указанных в разделе «Характеристики объекта недвижимости» ТП, а также его графической части | Сведения о характеристиках ОН, указанные в ТП, не соответствуют таким сведениям, указанным в документах, на основании которых подготовлен ТП | Неправильное имя ТП | — | — |
| Выявляется несоответствие указанных методов геодезических измерений используемым приборам | — | Отсутствует общая Схема | — | ТП ранее был представлен с другим заявлением | — | — |

| Виды ошибок | | | | | | |
|--|---|--|---|---|--|---------------------------|
| Нарушения общих требований к подготовке ТП | Ошибки в документации, представляемой заказчиком КР | Ошибки в графической части ТП | Ошибки в характеристиках линейного сооружения | Нарушения, связанные с XML-документом (архив) | Ошибки, связанные с документами, приложенными к ТП | Ошибки препятствующие ГРП |
| Координаты характерных точек контура ОКС представлены в ТП в системе координат, отличной от используемой органом регистрации прав для ведения ЕГРН | — | Специальные условные знаки, отображенные в графической части ТП, не соответствуют, указанным в Требованиях к подготовке ТП | — | — | — | — |

Часто допускаемые ошибки при составлении технического плана представлены в процентном соотношении на рисунке 1.



Рисунок 1 – Ошибки при составлении технических планов
(нарушенные пункты Требований [88]) по результатам анализа решений
о приостановлении за 2015–2021 гг., % [91]

Качество подготавливаемых кадастровыми инженерами технических планов существенно влияет на количество принятых решений о приостановлении в предоставлении государственных услуг по государственному кадастровому учету и (или) государственной регистрации прав (ГРП), соответственно, на качество предоставляемых государственных услуг в отношении линейных инженерных сооружений [56].

Согласно ч. 1 ст. 29.2 Федерального закона от 24.07.2007 №221-ФЗ «О кадастровой деятельности» [73] кадастровый инженер несет ответственность за несоблюдение требований указанного закона, в том числе за недостоверность сведений межевого плана, технического плана, акта обследования или карты-плана территории, на основании которых в государственный кадастр недвижимости вносятся сведения об объектах недвижимости и которые подготовлены таким кадастровым инженером.

Таким образом, анализ причин принятия решений о приостановлении свидетельствует о том, что, в основном, они связаны с нарушением положений Федерального закона «О государственной регистрации недвижимости» от 13.07.2015 № 218-ФЗ [69] и Приказа Министерства экономического развития Российской Федерации от 18.12.2015 № 953 «Об утверждении формы технического плана и требований к его подготовке, состава содержащихся в нем сведений, а также формы декларации об объекте недвижимости, требований к ее подготовке, состава содержащихся в ней сведений» [88], что доказывает необходимость разработки методики, содержащей алгоритмы информационного обеспечения кадастровых работ в отношении каждого вида объекта недвижимости, подлежащего кадастровому учету, в том числе линейных инженерных сооружений, в целях повышения качества вносимой информации об объектах недвижимости в ЕГРН.

1.2 Анализ развития автоматизированной системы государственного кадастрового учета объектов недвижимости в Российской Федерации

Создание современной учетно-регистрационной системы в Российской Федерации началось в 1996 г. Так, Правительством Российской Федерации была утверждена Федеральная целевая программа «Создание автоматизированной системы ведения государственного земельного кадастра» [86], рассчитанная на 5 лет. При реализации программы около 30 млн юридических и физических лиц получили документы, подтверждающие права на землю, начал формироваться рынок земли,

внедрялись новые методы сбора и обработки пространственной информации на основании геоинформационных технологий.

В целях создания государственной системы единого учета объектов недвижимости, в 2002–2008 гг. потребовалась новая целевая программа – «Создание автоматизированной системы ведения государственного земельного кадастра и государственного учета объектов недвижимости (2002–2008 годы)» [87], которая была направлена на модернизацию экономики в 2000–2001 гг. Именно тогда появилась возможность на практике внедрять автоматизированные системы и информационные технологии для учета и оценки земли и иной недвижимости [10].

Для вовлечения современных инновационных технологий, обеспечивающих эффективное управление земельно-имущественным комплексом, была выделена подпрограмма «Информационное обеспечение управления недвижимостью, реформирования и регулирования земельных и имущественных отношений» [87], которая позволила ввести в эксплуатацию программно-технические комплексы, обеспечивающие автоматизацию процессов формирования, учета, оценки земельных участков и объектов недвижимости.

На первоначальном этапе были разработаны методические документы для автоматизированной системы ведения государственного земельного кадастра и государственного учета объектов недвижимости, разработано специальное программное обеспечение для выполнения работ по учету таких объектов, одновременно осуществляется переход к ведению единого государственного учета земельных участков и прочно связанных с ними зданий, строений, сооружений, являющихся объектами прав и налогообложения, как единых объектов недвижимости на базе программно-технической инфраструктуры государственного земельного кадастра. К концу 2003 г. было оформлено около 15 млн землепользований в черте городов и других поселений.

На втором этапе завершается процесс создания научно-методической базы для государственного учета в единой автоматизированной системе объектов недвижимости всех видов как объектов права и налогообложения. На данном этапе также

были введены в эксплуатацию информационные системы, которые позволили заинтересованным лицам получать достоверную информацию об объектах недвижимости.

К концу 2008 г. на территории Российской Федерации начинает функционировать единая автоматизированная система ведения государственного земельного кадастра и государственного учета объектов недвижимости в виде структурированной компьютерной сети в рамках реализации третьего этапа. На федеральном уровне вводятся в эксплуатацию федеральные геоинформационные системы [32].

В результате была подготовлена инфраструктура для перехода от государственного земельного кадастра к государственному кадастру недвижимости.

В рамках осуществления целей подпрограммы «Создание системы кадастра недвижимости (2006–2012 годы)» [93] Федеральной целевой программы «Создание автоматизированной системы ведения государственного земельного кадастра и государственного учета объектов недвижимости (2002–2008 годы)» [119], утвержденной постановлением Правительства Российской Федерации от 13.09.2005 № 560, была создана техническая инфраструктура государственного кадастра недвижимости.

В результате реализации подпрограммы созданы условия для формирования налоговой базы на всей территории Российской Федерации для исчисления налога на недвижимость.

В отношении объектов капитального строительства, в частности линейных инженерных сооружений, с 2000 по 2012 г. осуществлялся государственный технический учет, по результату которого в отношении таких объектов оформлялись технические паспорта на бумажных носителях.

Технический учет и техническая инвентаризация объектов капитального строительства [35], сведения о которых относятся к категории ограниченного доступа, осуществлялись организациями технического учета и технической инвентаризации объектов капитального строительства.

С 2011 г. осуществляется внедрение во всех субъектах Российской Федерации автоматизированной системы государственного кадастра недвижимости, в результате чего осуществлен переход подведомственных учреждений Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии на централизованное ведение государственного кадастра недвижимости; создан ведомственный центр телефонного обслуживания населения в сфере земельных и имущественных отношений; созданы веб-сервисы получения услуг в электронном виде.

К 2012 г. завершены работы по передаче сведений об объектах недвижимости из ранее созданных баз данных технического учета объектов капитального строительства в государственный кадастр недвижимости, а также передача в территориальные органы Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии архивов с одновременным формированием базы данных объектов недвижимого имущества. Электронные архивы представляли собой сфотографированные страницы каждого технического паспорта, а также содержали привязанные к каждому объекту XML-файл с его описанием (электронный документ, содержащий сведения о характеристиках объектов технического учета). XML-файлы были загружены в автоматизированную информационную систему государственного кадастра недвижимости (АИС ГКН), где объектам капитального строительства присваивались кадастровые номера. Такие объекты были занесены как «ранее учтенные», т. е. без привязки на местности.

К концу 2013 г. была утверждена программа «Развитие единой государственной системы регистрации прав и кадастрового учета недвижимости (2014–2020 годы)» [85]. В целях организации централизованного управления ИТ-инфраструктурой, обеспечения надежности хранения данных и функционирования различных информационных систем Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии необходимо было создание централизованной вычислительной инфраструктуры и инфраструктуры хранения данных с использованием инфраструктуры, создаваемой при реализации Концепции перевода обработки и хранения государственных информационных ресурсов, не содержащих сведения, со-

ставляющие государственную тайну, в систему федеральных и региональных центров обработки данных.

В настоящее время создана цифровая картографическая основа на всей территории Российской Федерации [44], которая дает возможность упростить технологию и снизить затраты на производство землеустроительных и кадастровых работ [115], проводимых для целей кадастрового учета [68].

На сегодняшний день информационные системы успешно развиваются и функционируют на территории всей Российской Федерации [22]. Эти системы призваны хранить в себе различную информацию об объектах недвижимости.

Согласно Федеральному закону от 27.07.2006 № 149-ФЗ (ред. от 29.12.2020) «Об информации, информационных технологиях и о защите информации» [78] в настоящее время развиваются ГИС федерального, регионального, муниципального уровней, представленные на рисунке 2, в сфере градостроительства и территориального планирования [122] и других смежных областях.

В качестве федеральных выступает Федеральная государственная информационная система Единого государственного реестра недвижимости (ФГИС ЕГРН) [83], которая обеспечивает доступ к сведениям, содержащимся в Едином государственном реестре недвижимости, в том числе посредством отправки онлайн-запросов через интернет.

Посредством выполнения кадастровых работ происходит наполнение ЕГРН сведениями об объектах недвижимости, в том числе о линейных инженерных сооружениях. В раздел «Кадастр недвижимости» вносятся основные и дополнительные сведения о линейных инженерных сооружениях посредством подготовки технических планов на такие сооружения.

В настоящее время система государственного кадастра недвижимости постоянно обновляется и развивается: совершенствуются методы представления и отображения пространственной информации [25, 118], автоматизируются методы предоставления государственных услуг, внедряются инновационные технологии в области геодезии, кадастра, картографии, в то же время, объекты недвижимости

по своей конфигурации становятся более сложными и имеют объем, который невозможно отобразить в современной двумерной проекции [11, 40].



Рисунок 2 – Классификация существующих информационных систем, содержащих сведения о линейных инженерных сооружениях

Анализ современных тенденций и перспектив развития системы кадастра недвижимости в России [12, 20, 21, 66, 79, 89, 92, 96, 120] показывает необходимость внедрения 3D-кадастра [127, 129–135].

Трехмерное описание [58] объектов недвижимости постепенно внедряется в нормативно-правовые акты. К примеру, в случае если местоположение здания, сооружения или объекта незавершенного строительства по желанию заказчика

кадастровых работ дополнительно устанавливается посредством пространственного описания конструктивных элементов здания, сооружения или объекта незавершенного строительства, в состав Приложения технического плана включается модель такого здания, сооружения, объекта незавершенного строительства, содержащая пространственное описание его конструктивных элементов [88], а именно – 3D-модель объекта недвижимости.

Данная ситуация обуславливает необходимость развития систем трехмерного кадастра недвижимости [114, 138, 139].

Этот факт отмечается реализацией пилотных проектов по развитию систем трёхмерного кадастра недвижимости с наложенной атрибутивной информацией в России и зарубежных странах [99, 120, 128, 130, 133, 136, 137], поскольку именно применение современных технологий направлено на обеспечение потребностей экономики Российской Федерации, повышение экономической эффективности отдельных отраслей, рост инвестиционной привлекательности регионов, развитие сферы государственных услуг, создание условий для развития бизнеса, реализацию межгосударственных проектов.

Такой подход направлен на решение существующих проблем при государственном кадастровом учете объектов недвижимости, расположенных на разных уровнях (надземный, наземный и подземный), в том числе линейных инженерных сооружений и других объектов. Это значительно упрощает процесс управления информацией и дает возможность получать актуальную информацию об объектах недвижимости и контролировать их изменения [59].

Помимо Единого государственного реестра недвижимости, который представляет собой свод достоверных систематизированных сведений в текстовой форме (семантические сведения) и графической форме (графические сведения) [69], существуют и другие смежные информационные системы. По средствам таких информационных систем государство обеспечивает качественное оказание государственных услуг и формирует благоприятный инвестиционный климат [23, 24].

К федеральным информационным системам, наряду с ФГИС ЕГРН, относятся также Федеральная геоинформационная система территориального планирования (ФГИС ТП), которая обеспечивает доступ к сведениям, содержащимся в государственных информационных ресурсах, государственных и муниципальных информационных системах, в том числе в государственных информационных системах обеспечения градостроительной деятельности, и необходимым для обеспечения деятельности органов государственной власти и органов местного самоуправления в области территориального планирования [29, 40]. В системе территориального планирования отображаются документы территориального планирования, в состав которых входят схемы транспортной инфраструктуры и инженерной инфраструктуры, генеральные планы, в состав которых входят карты зон с особыми условиями использования территории и карта планируемого размещения объектов местного значения, а также проекты планировки территории и проекты межевания территории.

Также, к федеральным информационным ресурсам можно отнести Федеральную информационную адресную систему (ФИАС), которая содержит в себе достоверную, единообразную и общедоступную информацию об адресах и о реквизитах документов о присвоении, об изменении и аннулировании адреса.

К региональным информационным системам относятся государственные информационные системы обеспечения градостроительной деятельности [26, 30], которые содержат сведения, документы, материалы о развитии территорий, об их застройке, о существующих и планируемых к размещению объектах капитального строительства и иные необходимые для осуществления градостроительной деятельности сведения, в том числе карты планируемого размещения объектов федерального, регионального и местного значения, основную часть проекта планировки территории и проекта межевания территории, сведения о границах зон с особыми условиями использования территории (ЗООИТ), а также материалы и результаты инженерных изысканий и планы наземных и подземных коммуникаций, на которых отображается информация о местоположении существующих

и проектируемых сетей инженерно-технического обеспечения, электрических сетей, в том числе на основании данных, содержащихся в Едином государственном реестре недвижимости.

Важно отметить, что картографической основой государственных информационных систем обеспечения градостроительной деятельности является картографическая основа Единого государственного реестра недвижимости [42].

На основе сведений ГИСОГД базой для разработки картографических материалов о линейных инженерных сооружениях являются дежурные планы, которые актуализируются по результатам инженерных изысканий и планов наземных и подземных коммуникаций [28].

Муниципальные информационные системы (МИС) создаются на основании решения органа местного самоуправления и являются информационной средой создания, хранения, анализа и распространения информации в интересах муниципальных органов власти, предприятий и граждан. МИС создаются в целях своевременного поддержания работы органов власти.

К иным информационным системам можно отнести информационные системы, обеспечивающие информацией граждан, содержащейся в ресурсоснабжающих организациях и т.п.

В каждой информационной системе содержится обширная информация об объектах недвижимости, в том числе о линейных инженерных сооружениях. Однако, большой объем разрозненных данных, накопленный за последние десятилетия в органах местного самоуправления, в ресурсоснабжающих и других организациях, по большей степени не совпадает с данными, содержащимися в ЕГРН. Оперативному предоставлению актуальной пространственной информации [53] потребителям о линейных инженерных сооружениях препятствует не возможность сопоставления данных о таких объектах в едином геоинформационном пространстве [16, 17, 31, 46, 47], поскольку такие материалы и информация содержатся как в электронном виде, так и на бумажных носителях. При этом, использование разных проекций, систем координат и технологий ведения баз данных затрудняют процесс обмена информацией [106].

Таким образом, на современном этапе развития информационных систем существует глобальная проблема расхождения информации о местоположении линейных инженерных сооружений в информационных системах различного уровня. Все это обуславливает необходимость поиска новых решений [125, 126] с применением системного подхода и увязки существующих ресурсов.

1.3 Анализ информационного обеспечения выполнения кадастровых работ в отношении линейных наземных и подземных инженерных сооружений

Поскольку ЕГРН является системой достоверных систематизированных сведений в текстовой форме (семантические сведения) и графической форме (графические сведения), то качество информационного обеспечения кадастровых работ, в результате выполнения которых в ЕГРН вносится соответствующая информация, является важным направлением развития соответствующего раздела области знаний о земельно-имущественных отношениях в РФ [69].

Согласно п. 7 ст. 1 Федерального закона от 13.07.2015 № 218-ФЗ (ред. от 31.07.2020) «О государственной регистрации недвижимости» [69], ГКУ недвижимого имущества представляет собой внесение в ЕГРН сведений о земельных участках, зданиях, сооружениях, помещениях, машино-местах, об объектах незавершенного строительства, о единых недвижимых комплексах, а в случаях, установленных федеральным законом, и об иных объектах, которые прочно связаны с землей, то есть перемещение которых без несоразмерного ущерба их назначению невозможно, которые подтверждают существование такого объекта недвижимости с характеристиками, позволяющими определить его в качестве индивидуально-определенной вещи, или подтверждают прекращение его существования, а также иных предусмотренных настоящим Федеральным законом сведений об объектах недвижимости.

Согласно п. 10 ст. 1 ГрК РФ [30], ОКС – здание, строение, сооружение, объекты, строительство которых не завершено (объекты незавершенного строительства), за исключением некапитальных строений, сооружений и неотделимых

улучшений земельного участка (замошение, покрытие и др.). Также, согласно п. 10.1, ст. 1 ГрК РФ, линейные объекты – линии электропередачи, линии связи (в том числе линейно-кабельные сооружения), трубопроводы, автомобильные дороги, железнодорожные линии и другие подобные сооружения. В соответствии с п. 23 ст. 2 Федерального закона от 30.12.2009 № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» [113], сооружение – результат строительства, представляющий собой объемную, плоскостную или линейную строительную систему, имеющую наземную, надземную и (или) подземную части, состоящую из несущих, а в отдельных случаях и ограждающих строительных конструкций и предназначенную для выполнения производственных процессов различного вида, хранения продукции, временного пребывания людей, перемещения людей и грузов.

Таким образом, линейные инженерные сооружения являются объектами недвижимости, сведения о которых в обязательном порядке должны вноситься в ЕГРН.

В рамках выполнения диссертационной работы были проанализированы научные публикации, посвященные линейным инженерным сооружениям и их классификации.

Разработкой классификации инженерных сооружений занимались Семёнова О. С. [101], Картозия Б. А. [50], предложившие общую классификацию таких сооружений, деля их по функциональному назначению, основываясь на мировом опыте освоения наземного и подземного пространства. Некоторые исследователи [123] предложили классификации инженерных сооружений: по функциональному назначению, разделяя на гражданские, гидротехнические, сельскохозяйственные, промышленные и транспортные сооружения, а также, в зависимости от материалов, из которых они возведены, от срока службы, от геометрической формы в плане и других параметров. Викторова Л. А. [18] предлагает разделить инженерные сооружения как элементы архитектурной среды, а также дополняет классификацию объемной характеристикой и композиционным влиянием сооружений на застройку.

Проведя анализ вышеперечисленных научно-технических публикаций, было сделано вывод о необходимости объединения уже существующих классификаций в классификацию линейных инженерных сооружений, которые подлежат обязательному кадастровому учету и имеют наземное, надземное и подземное пространственное расположение. Такая классификация приведена на рисунке 3.

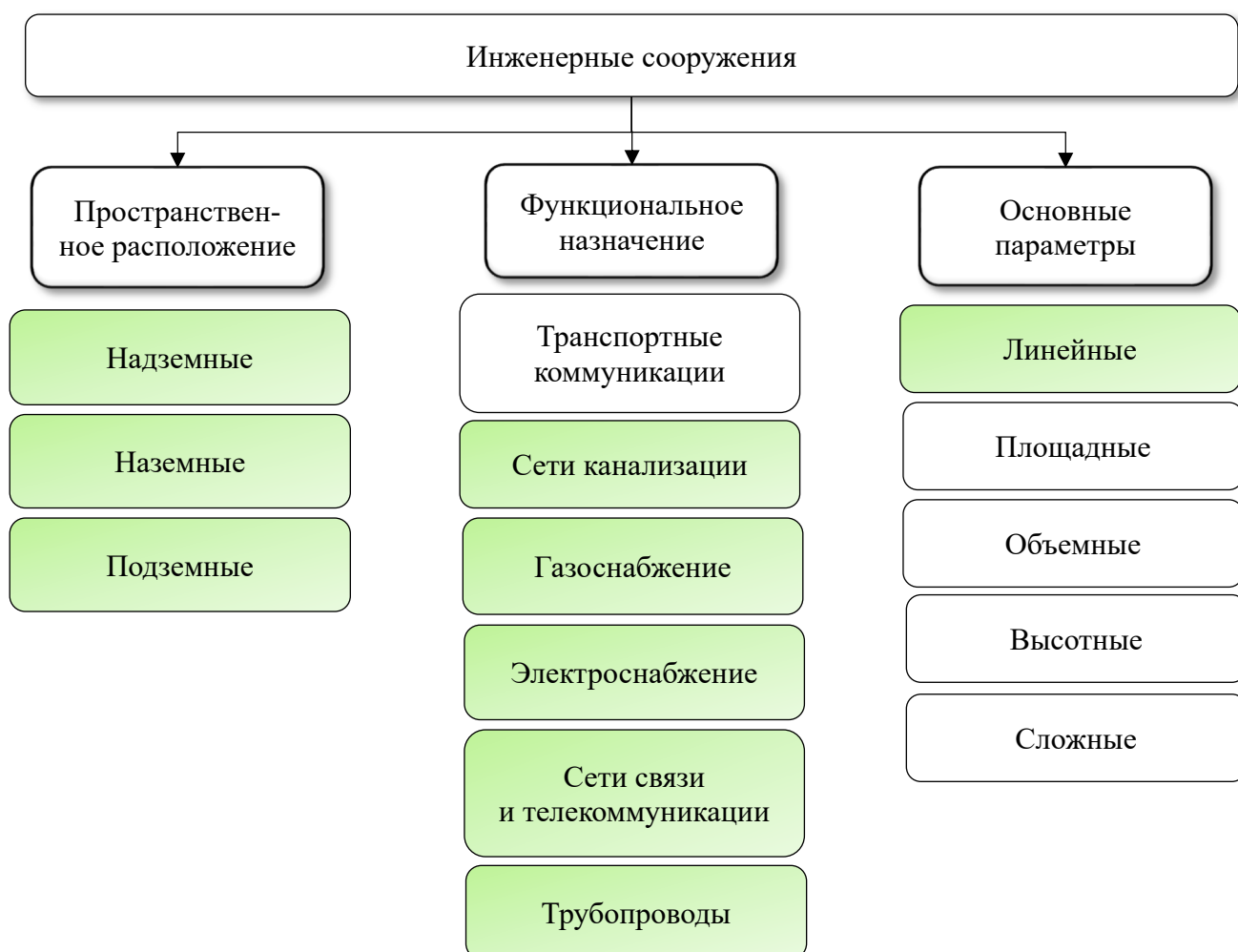


Рисунок 3 – Актуализированная классификация линейных сооружений по назначению, основным параметрам и типу местоположения [18, 50, 101, 123]

В данном диссертационном исследовании особое внимание уделено линейным инженерным сооружениям, пространственное расположение которых соответствует следующим позициям: надземное, наземное и подземное.

Согласно п. 7 ст. 1 Федерального закона от 13.07.2015 № 218-ФЗ (ред. от 31.07.2020) «О государственной регистрации недвижимости» [69], государственный кадастровый учет недвижимого имущества представляет собой внесение в Единый государственный реестр недвижимости сведений о земельных участках, зданиях, сооружениях, помещениях, машино-местах, об объектах незавершенного строительства, о единых недвижимых комплексах, а в случаях, установленных федеральным законом, и об иных объектах, которые прочно связаны с землей, то есть перемещение которых без несоразмерного ущерба их назначению невозможно, которые подтверждают существование такого объекта недвижимости с характеристиками, позволяющими определить его в качестве индивидуально-определенной вещи, или подтверждают прекращение его существования, а также иных предусмотренных настоящим Федеральным законом сведений об объектах недвижимости [69].

Посредством выполнения кадастровых работ происходит наполнение ЕГРН актуальными и достоверными сведениями об объектах недвижимости [43], в том числе о линейных инженерных сооружениях.

Существующий порядок наполнения ЕГРН можно представить в виде схемы, отраженной на рисунке 4.

Согласно ст. 7 Федерального закона от 13.07.2015 № 218-ФЗ «О государственной регистрации недвижимости» [69] ЕГРН включает в себя кадастр недвижимости, реестр прав на недвижимость, реестр сведений о границах ЗОУИТ, реестр дел, кадастровые карты и книги учета документов.

В кадастр недвижимости вносятся основные и дополнительные сведения об инженерных сооружениях на основании подготовленного технического плана на объект недвижимости. Согласно п. 8 ст. 24 Федерального закона [69] установлено, что сведения о сооружении, за исключением сведений о местоположении таких объектов недвижимости на земельном участке и их площади, площади застройки, указываются в техническом плане на основании представленной заказчиком кадастровых работ проектной документации таких объектов недвижимости.

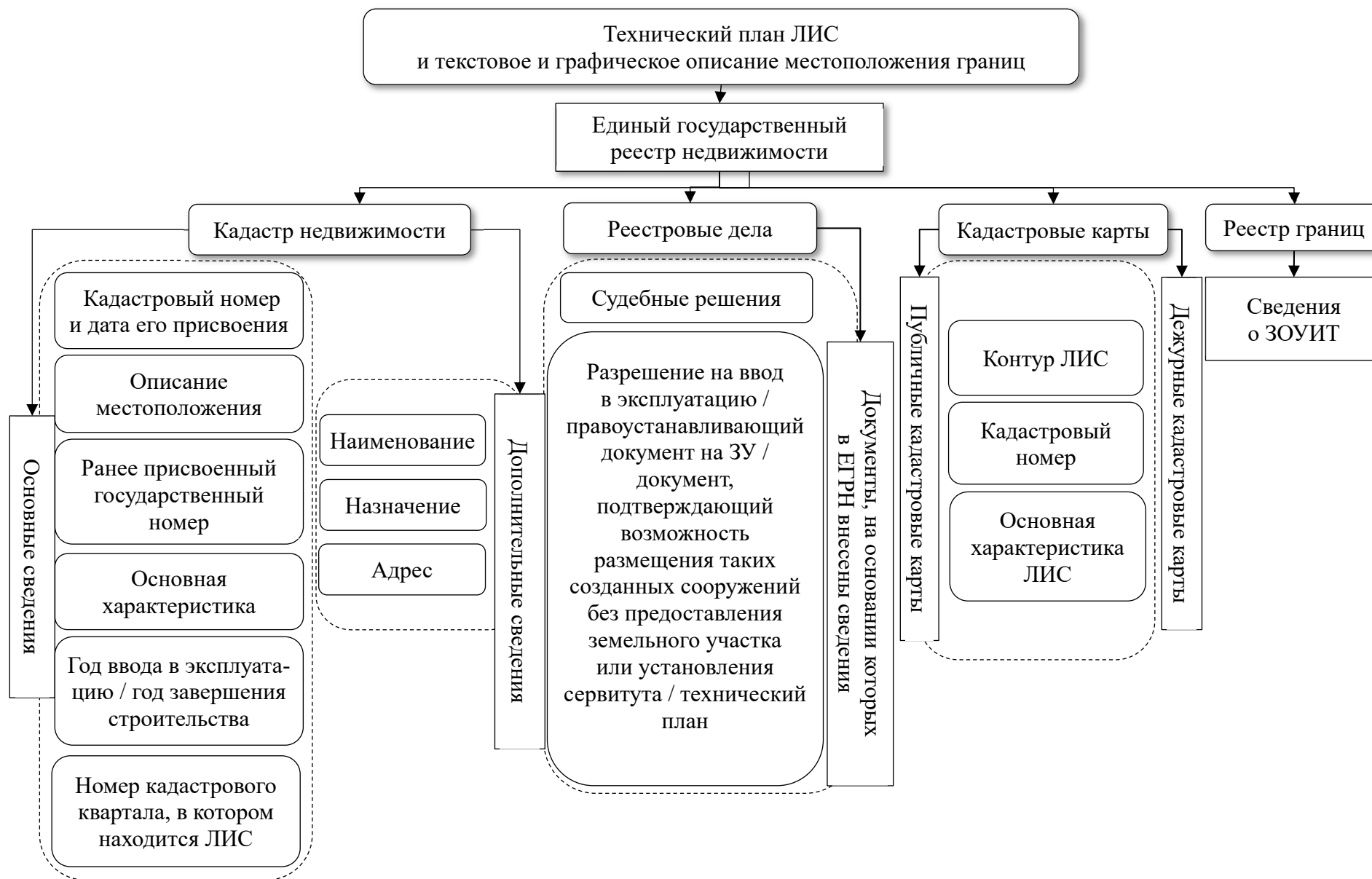


Рисунок 4 – Актуализированный алгоритм внесения кадастровой информации в ЕГРН

К документам, необходимым для осуществления ГКУ линейных инженерных сооружений, также относят следующие документы:

- заявление о государственном кадастровом учете недвижимого имущества и (или) государственной регистрации прав на объект недвижимости;
- технический план, подготовленный в соответствии с требованиями Приказа Минэкономразвития России от 18.12.2015 № 953 (ред. от 25.09.2019) «Об утверждении формы технического плана и требований к его подготовке, состава содержащихся в нем сведений, а также формы декларации об объекте недвижимости, требований к ее подготовке, состава содержащихся в ней сведений» [88];
- документ, устанавливающий или удостоверяющий право заявителя действовать в качестве правообладателя объекта недвижимости;
- документ, подтверждающий соответствующие полномочия представителя заявителя.

В целях обеспечения сохранности и создания необходимых условий эксплуатации линейных инженерных сооружений устанавливаются зоны с особыми условиями использования территории, обеспечивающие безопасное функционирование и эксплуатацию таких объектов [117]. Правовой режим установления таких зон регламентируется градостроительным и земельным законодательством [30, 36], законодательством в области электроэнергетики (охранные зоны объектов электросетевого хозяйства и охранные зоны объектов по производству электрической энергии), законодательством в области промышленной безопасности (охранные зоны магистральных трубопроводов и охранные зоны газораспределительных сетей), законодательством о железнодорожном транспорте (охранные зоны железных дорог), законодательством о санитарно-эпидемиологическом благополучии населения (санитарно-защитные зоны) и другими отраслями российского законодательства.

Правительством РФ установлено приоритетное направление внесение кадастровой информации в ЕГРН, в том числе по установлению границ ЗОУИТ и внесению до 1 января 2022 г. достоверных и актуальных сведений в ЕГРН о границах таких зон. Отметим, что сведения об охранных зонах линейных инженерных сооружений вносятся в раздел ЕГРН – реестр границ на основании подготовленного

кадастровым инженером посредством подготовки текстового и графического описания местоположения границ ЗОУИТ [121].

Результатом внесения кадастровой информации о линейных инженерных сооружениях и особом режиме использования земельного участка, на котором они расположены, является отображение в графической и текстовой формах сведений на дежурных кадастровых картах.

1.4 Существующий алгоритм выполнения кадастровых работ в отношении линейных наземных и подземных инженерных сооружений

На сегодняшний день, согласно Федеральному закону «О кадастровой деятельности» [73], только кадастровые инженеры имеют полномочия по осуществлению кадастровой деятельности.

Алгоритм выполнения кадастровых работ можно представить в виде схемы, представленной на рисунках 5 и 6.

На первом этапе выполнения кадастровых работ, кадастровый инженер опирается на имеющиеся документы и материалы, предоставленные заказчиком кадастровых работ, на основании договора подряда, если иное не установлено федеральным законом, а также на обследование территории, обмеры и координирование объектов недвижимости на местности на втором этапе выполнения работ соответственно.

К компетенции кадастрового инженера относится только определение координат характерных точек объектов недвижимости, основные характеристики определяются из документов-оснований (проектная документация, технический паспорт, разрешение на ввод объекта в эксплуатацию).

В соответствии с действующими нормативными требованиями [84] местоположение объектов недвижимости в территориальном образовании определяется плоскими прямоугольными координатами в системе координат, установленной для ведения ЕГРН, а градостроительная деятельность – в такой же координатной системе, но, как правило, с расположением осевого меридиана в центральной части ТО.



Рисунок 5 – Первый и второй этапы актуализированного алгоритма выполнения кадастровых работ в отношении линейных инженерных сооружений

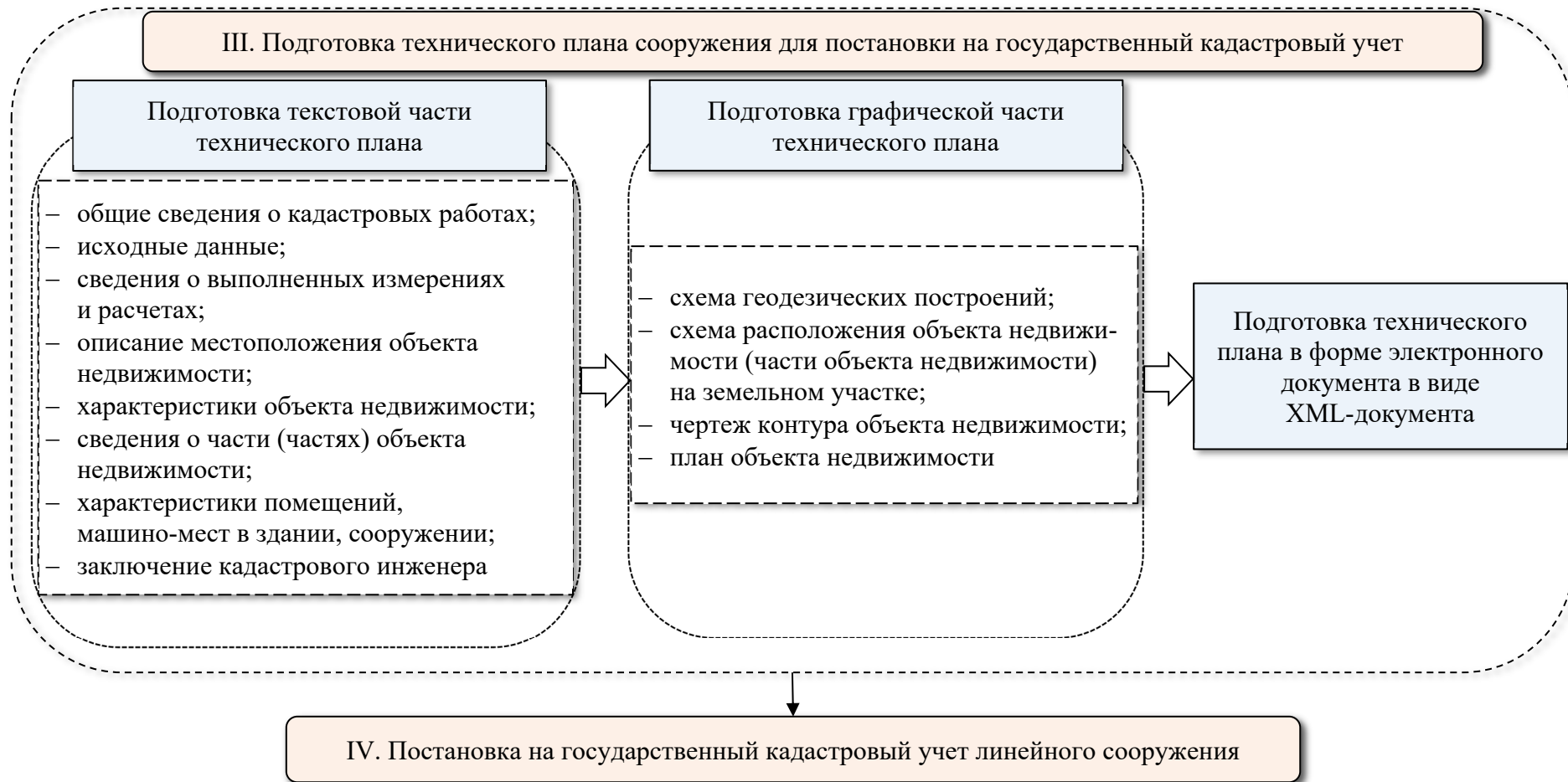


Рисунок 6 – Третий и четвертый этапы актуализированного алгоритма выполнения кадастровых работ в отношении линейных инженерных сооружений

Таким образом, в большинстве случаев, имеет место расхождение в параметрах объектов недвижимости, определенных в разных координатных системах. Особенно этот отрицательный аспект относится к линейным сооружениям значительной протяженности в варианте пересечения ими нескольких кадастровых округов.

В этом случае, в соответствии со свойством проекции Гаусса – Крюгера, имеет место значительное увеличение линейных параметров ЛИС относительно фактической длины [1]. Данное положение необходимо обязательно учитывать при выполнении кадастровых и особенно градостроительных работ.

Координаты характерных точек ОН целесообразно определять следующими способами, зафиксированными в действующем нормативно-правовом обеспечении выполнения кадастровых работ [84]:

- геодезический способ (использование традиционных наземных измерительных технологий);
- способ спутниковых геодезических определений (широко используемый в настоящее время способ, особенно режим РТК, в варианте, когда в территориальном образовании находятся постоянно действующие базовые станции (ПДБС));
- комбинированный способ (сочетание наземных измерительных технологий и GNSS-технологий, наиболее в настоящее время технологичный и применяемый способ); данный способ следует рекомендовать для варианта, когда GNSS-технологии применять затруднительно из-за плохой радиотехнической видимости с характерных точек до ПДБС;
- фотограмметрический способ (получающий широкое применения при использовании беспилотных летательных аппаратов (БПЛА));
- картометрический способ (менее затратный способ, заключающийся в измерении координат характерных точек с топографической карты или плана); к отрицательным особенностям этого способа следует отнести зависимость точности определения координат от масштаба топографической основы;

– аналитический способ (применяемый только в том случае, когда определяемая характерная точка находится в створе линии, которая образована ХТ с уже известными координатами).

Отметим, что в настоящее время широкое распространение получает способ лазерного сканирования, заключающийся в использовании безотражательного лазера, который за счет математической обработки отраженного лазерного пучка определяет вектор от центра лазера до характерной точки местности. Параметры вектора определяются на основании следующих измеряемых элементов: длины линии L , ориентирного горизонтального угла β , угла наклона γ . На основании этих измеренных элементов относительно координат центра лазера вычисляются пространственные координаты точек лазерных отражений, на основании которых формируется массив характерных точек местности, которые, в том числе, определяют контуры ЛИС.

Следует также подчеркнуть, что при установке лазерного сканера на беспилотный летательный аппарат кадастровый инженер в свое распоряжение получит новое высокотехнологическое измерительное оборудование, позволяющее при минимальной трудоемкости выполнять значительные по объему кадастровые работы в отношении протяженных ЛИС.

Принцип определения вектора и координат точек лазерных отражений приведен на рисунке 7.

Средние квадратические погрешности (СКП) определения координат точек лазерных отражений вычисляются по следующей известной приближенной формуле [1]:

$$m^2 = m_L^2 + \frac{m_\beta^2 \cdot L^2}{\rho^2} + \frac{m_\gamma^2 \cdot L^2}{\rho^2}, \quad (1)$$

где m_β , m_γ – соответственно СКП измерения ориентирных углов определяемого вектора.

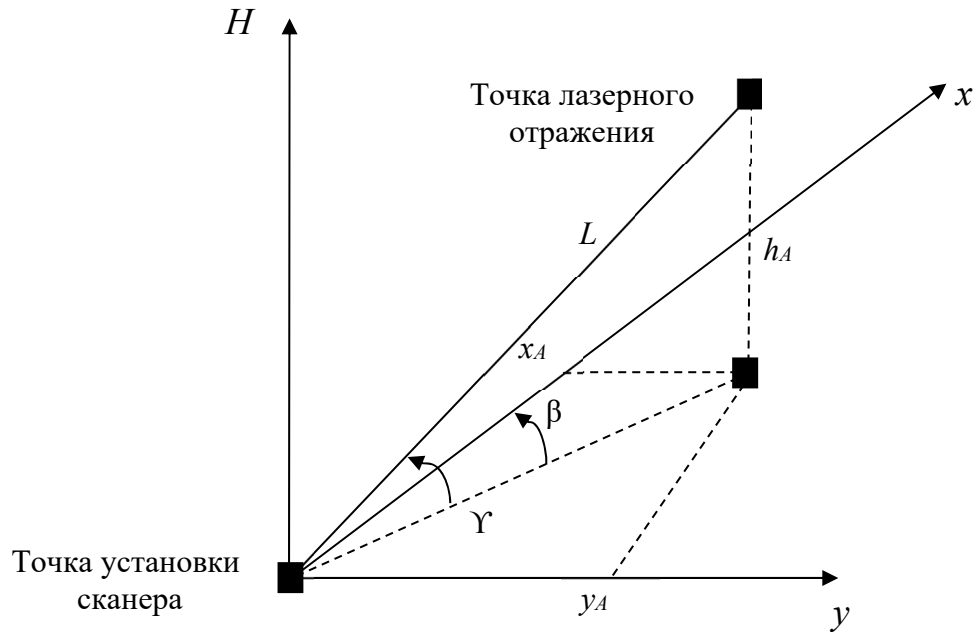


Рисунок 7 – Принцип определения координат характерных точек ЛИС способом лазерного сканирования

Графическое изображение способов определения координат характерных точек ЛИС с использованием наземных измерительных технологий представлено на рисунке 8.

Отметим, что способ обратной угловой засечки может широко использоваться при вынесении в натуру проекта межевания земельного участка или при градостроительной деятельности основных и вспомогательных осей инженерного сооружения [1].

Для способов определения координат характерных точек ЛИС с использованием традиционных наземных измерительных технологий применимы следующие формулы для вычисления СКП определяемых характерных точек [1]:

а) прямая угловая засечка (при наличии трех исходных пунктов)

$$m^2 = \frac{m_{\beta}^2}{2 \cdot \rho^2 \cdot \sin^2 \gamma} \sqrt{S_{\text{ср}}^2}; \quad (2)$$

б) способ полярных координат;

$$m^2 = m_L^2 + \frac{m_\beta^2 \cdot L^2}{\rho^2}; \quad (3)$$

в) линейная засечка (при наличии трех исходных пунктов);

$$m^2 = \frac{2}{\sin \gamma^2} m_L^2; \quad (4)$$

г) обратная угловая засечка

$$m^2 = \frac{2 \cdot m_\beta^2 \cdot S_{\text{ср}}^2}{\rho^2 \cdot \sin(\beta_1 + \beta_2 + (\beta_1 + \beta_2))^2} \cdot \frac{S_{\text{ср}}^2}{b_{\text{ср}}^2}. \quad (5)$$

Использование GNSS-технологий при определении координат характерных точек обуславливает использование следующей формулы для вычисления СКП

$$m_{\text{GNSS}} = a + b \cdot L_{(\text{км})} \leq m_{\text{НОРМ}}, \quad (6)$$

где a , b – коэффициенты, определяющие инструментальную точность используемого спутникового приемника;

L – длина базисного вектора.

Вычисление координат характерных точек, определяющих контур подземного сооружения, проводится следующими способами [84]:

– при принятии гипотезы о прямолинейности контура подземного сооружения в результате внутренних обмеров электронной рулеткой соответствующих конструктивных элементов;

– в результате использования на земной поверхности приборов поиска трассы подземного сооружения (трассоискателей, георадаров, трубокабелеискателей, тепловизоров).

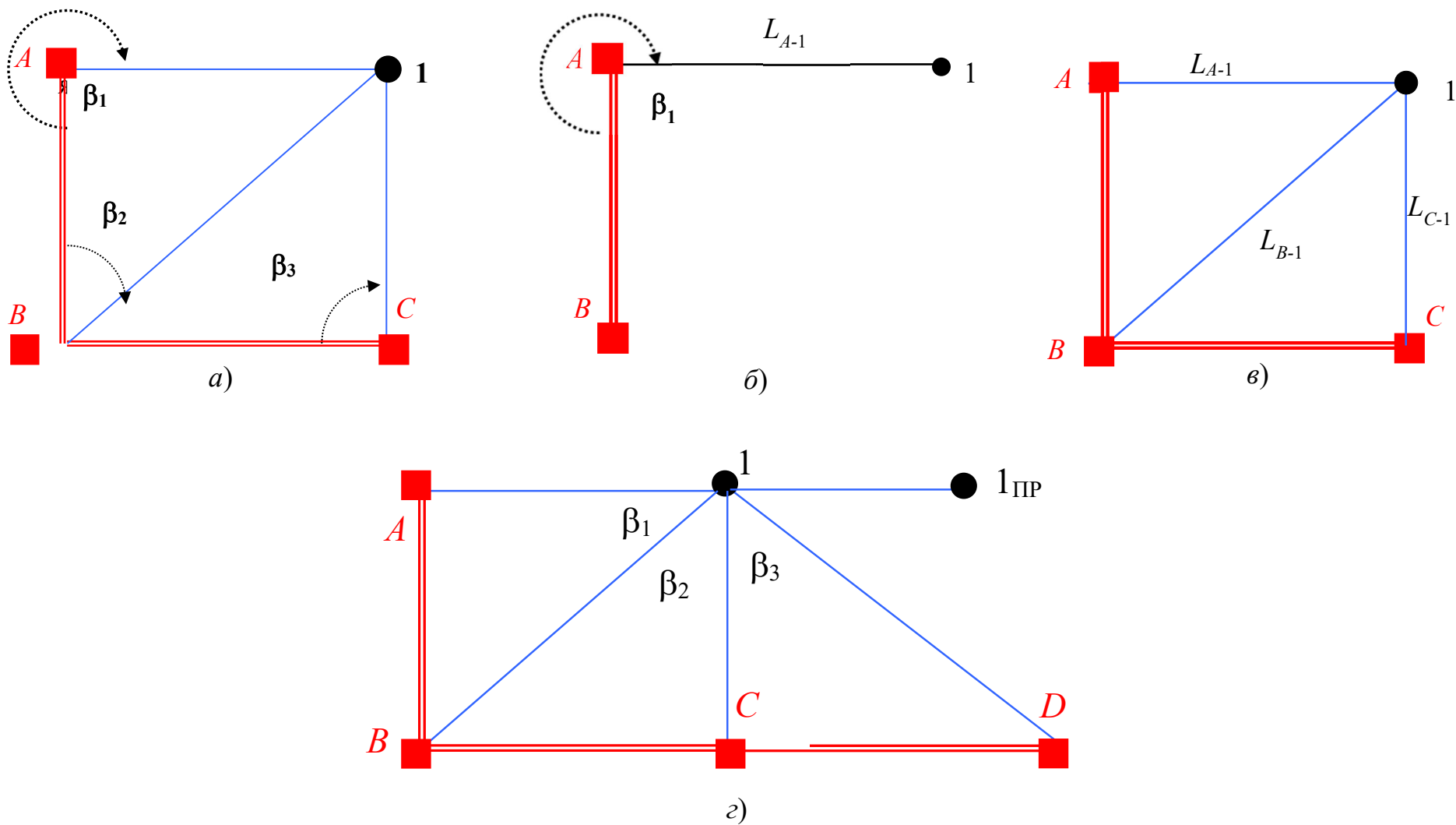


Рисунок 8 – Способы определения координат характерных точек ЛИС с использованием наземных измерительных технологий [1]:

а) прямая угловая засечка; б) способ полярных координат; в) линейная засечка; г) обратная угловая засечка

Вычисление СКП координат характерных точек контура подземного инженерного сооружения выполняется с использованием следующей формулы:

$$m_t^2 = m_n^2 + m_{\Pi}^2 + m_k^2, \quad (7)$$

где m_n – СКП определения координат характерной точки контура наземного конструктивного элемента;

m_{Π} – СКП измерения параметров подземных конструктивных элементов инженерного сооружения;

m_k – СКП передачи координат с наземного контура на подземный конструктивный элемент сооружения.

При вычислении координат характерных точек контура подземных конструктивных элементов, местоположение которых определено с использованием приборов поиска (например, трассоискателей, георадаров, трубокабелеискателей, тепловизоров):

$$m_t^2 = m_T^2 + m_{\Pi T}^2, \quad (8)$$

где m_T – СКП определения координат характерной точки проекции подземного конструктивного элемента на поверхность земельного участка;

$m_{\Pi T}$ – СКП определения местоположения подземных конструктивных элементов прибором поиска.

Чаще всего для определения координат характерных точек линейных инженерных сооружений используются геодезический метод или метод спутниковых геодезических измерений (определений).

При этом для определения точного местоположения линейного инженерного сооружения используются как тахеометры, так и спутниковые навигационные системы [65].

Следующим этапом при выполнении кадастровых работ является обработка полученных данных координирования в специализированном программном обеспечении и формирование технического плана объекта недвижимости.

Форма и состав технического плана, требования к его подготовке регламентируются Приказом Министерства экономического развития РФ и приведены в следующем нормативно-правовом документе [88].

При формировании технического плана возникают проблемы в области документационного обеспечения кадастровых работ [39, 48], которые связаны, прежде всего, с противоречивостью основных характеристик объектов недвижимости, указанных в технических документах, ввиду различных нормативных требований к определению или подсчету той или иной характеристики объекта недвижимости. В то же время, отсутствуют связанные между собой документы, регламентирующие методику выполнения координирования объектов недвижимости, требования к используемым приборам, к точности, к допустимым погрешностям и др. Таким образом, для повышения эффективности проведения землеустроительной, кадастровой и геодезической деятельности в целях улучшения процесса формирования объектов недвижимости, наполнения и актуализации Единого государственного реестра недвижимости необходимо разработать методику информационного обеспечения кадастровых работ, что на сегодняшний день является актуальной научно-технической задачей.

1.5 Выводы и рекомендации по информационному анализу, выполненному в первом разделе диссертационного исследования

Проведенный информационно-аналитический анализ нормативно-правового и технологического обеспечения осуществления кадастровых работ в РФ позволил сделать вывод, что инструкции, требования и различные методики, разработанные с момента начала проведения земельной реформы, в своей основной части потеряли свою актуальность и, как правило, не соответствуют современному техноло-

гическому обеспечению структурных подразделений, выполняющих подобные работы.

При осуществлении кадастровой деятельности отсутствуют связанные между собой документы, регламентирующие алгоритм выполнения кадастровых работ в отношении линейных инженерных сооружений, особенно значительной протяженности, требования к необходимой точности используемого измерительного технологического оборудования, особенно в части определения подземного контура линейного инженерного сооружения.

Сделан вывод о том, что в настоящий момент система государственного кадастра недвижимости постоянно обновляется и развивается: совершенствуются методы представления и отображения пространственной информации, проводятся работы по автоматизации способов предоставления государственных услуг, внедряются новые инновационные технологии в области геодезии, кадастра, картографии [6, 7, 44, 45].

Однако, в то же время, объекты недвижимости по своей конфигурации становятся более сложными и имеют объем, который невозможно отобразить в современной двумерной проекции. В результате проведенного анализа отчетов Росреестра по правоприменительной практике за 2015–2021 гг. основными причинами принятия решений о приостановлении решения о постановке на ГКУ являются нарушения положений Федерального закона «О государственной регистрации недвижимости» от 13.07.2015 № 218-ФЗ и Приказа Министерства экономического развития Российской Федерации от 18.12.2015 № 953 «Об утверждении формы технического плана и требований к его подготовке, состава содержащихся в нем сведений, а также формы декларации об объекте недвижимости, требований к ее подготовке, состава содержащихся в ней сведений».

В то же время, в современных информационных системах содержится разрозненная, а часто и противоречивая информация о линейных инженерных наземных, а особенно подземных сооружениях, что препятствует оперативному представлению информации заинтересованным пользователям.

Особенно данное положение относится к линейным инженерным сооружениям значительной протяженности, пересекающим несколько кадастровых округов. В этом случае, в соответствии с действующим законодательством контур линейного сооружения координируется в тех координатных системах, которые установлены для каждого кадастрового округа и, как следствие, вычисленная в координатной системе длина ЛИС может существенно отличаться от своего фактического значения.

Данное обстоятельство самым серьезным образом в отрицательном аспекте влияет на налогооблагаемую базу, вводит в заблуждение правообладателя и обуславливает неправомерное при проектировании профилактических мероприятий расходование материальных и людских ресурсов.

Кроме этого, вызывает большие сомнения правомочность утвержденных требований в некоторых нормативно-правовых документах о необходимости присвоения кадастрового номера части ЛИС, которая соответствует определенному кадастровому округу. В таком случае имеет место *n*-мерное присвоение кадастровых номеров одному ЛИС, имеющему, например, одного правообладателя. Кроме этого, такая методика присвоения кадастровых номеров частям ЛИС противоречит закону о кадастровом делении РФ.

Таким образом следует сформулировать следующие нерешенные научно-технические вопросы в отношении выполнения кадастровых работ в отношении объектов недвижимости, в том числе, линейных наземных и подземных инженерных сооружений:

- несоответствие используемых в настоящее время методик и технологий выполнения кадастровых работ современному состоянию технологического обеспечения кадастрового производства;
- отсутствие в ряде случаев в действующем законодательстве требований по контролю точности и нормативных допусков на получаемые в результате кадастровых работ пространственные параметры объектов недвижимости, составляющих инфраструктуру, в том числе и подземную, территориального образования;

– необходимость актуализации кадастровой информации в формате 3D для получения пространственных параметров объектов недвижимости и наполнения ЕГРН объективной и достоверной кадастровой информацией, позволяющей создать научно-обоснованную и социально-ориентированную налогооблагаемую базу, а также обеспечить правообладателей конституционными правами на принадлежащее им недвижимое имущество.

2 РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАДАСТРОВЫХ РАБОТ В ОТНОШЕНИИ ЛИНЕЙНЫХ НАЗЕМНЫХ И ПОДЗЕМНЫХ ИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ

2.1 Цели и задачи разработки методики информационного обеспечения кадастровых работ в отношении линейных инженерных сооружений

Важным элементом разрабатываемой методики информационного обеспечения кадастровых работ в отношении линейных наземных и подземных инженерных сооружений является определение цели и задач, а также основных этапов проведения работ по информационному обеспечению кадастровых работ.

Целью проведения работ по информационному обеспечению кадастровых работ [97] является внесение границ объектов недвижимости в ЕГРН в соответствии с требованиями законодательства. Такие требования предъявляются, в том числе, к линейным инженерным сооружениям.

Методика должна отвечать современным требованиям, предъявляемым в системе государственного управления, к качеству и эффективности использования достоверных, оперативных и актуальных пространственных данных об объектах недвижимости [5], для внесения сведений о таких объектах в ЕГРН.

Общая схема разработанной методики информационного обеспечения кадастровых работ в отношении линейных наземных и подземных инженерных сооружений приведена на рисунке 9.

На рисунке 9 обозначены:

.....▶ – этапы для вновь построенных линейных наземных и подземных инженерных сооружений;

-----▶ – этапы для ранее учтенных линейных наземных и подземных инженерных сооружений.

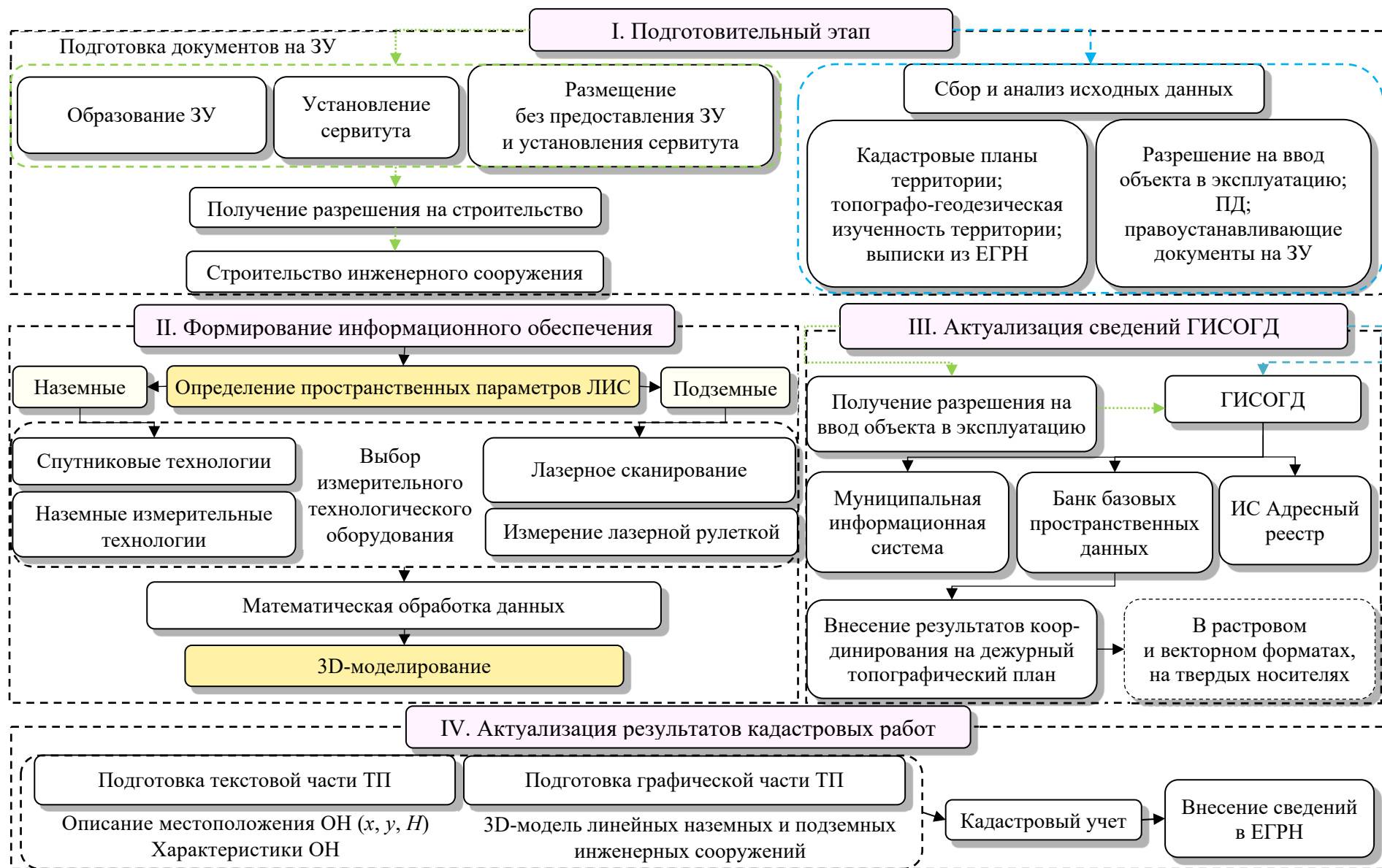


Рисунок 9 – Разработанная методика информационного обеспечения кадастровых работ в отношении линейных наземных и подземных инженерных сооружений

Пространственные данные о линейных инженерных сооружениях и свойствах подземной среды накапливаются в составе отраслевых информационных ресурсов органов исполнительной власти или уполномоченных городских организаций и служб, что влечет за собой дублирование данных по одним объектам и, наоборот, неактуальность или недостаточность информации по другим объектам. Отсутствие отдельных видов пространственной информации или ее неактуальность приводит к снижению эффективности управления развитием территорий в части комплексного градостроительного освоения подземного пространства, недостаточной оперативности в принятии ответственных управленческих решений, снижению качества государственных и иных информационных услуг, оказываемых населению, органам власти и городским организациям. Таким образом, для реализации поставленной цели необходимо решение следующих задач:

- наполнение Единого государственного реестра недвижимости актуальными и достоверными сведения об объектах недвижимости;
- обеспечение информационного взаимодействия между всеми уровнями информационных систем [19];
- ведение и обновление банка пространственных данных объектов недвижимости Единого государственного реестра недвижимости;
- предоставление актуальной и достоверной информации об объектах недвижимости заинтересованным лицам.

2.2 Система принципов 3D-моделирования линейных наземных и подземных инженерных сооружений

В результате выполненных теоретических исследований и информационно-аналитического анализа существующих разработок в настоящей диссертационной работе предложена следующая система принципов 3D-моделирования линейных наземных и подземных инженерных сооружений [4]:

- соответствие метрики создания 3D-модели линейных наземных и подземных инженерных сооружений реальным параметрам на физической поверхности

Земли, что необходимо для реализации градостроительной деятельности (градостроительство);

- возможность использования 3D-модели при приеме в эксплуатацию возведенного объекта недвижимости (контроль);
- возможность применения 3D-модели при определении осадок и деформаций линейного инженерного сооружения (деформации);
- соответствие метрики сформированной 3D-модели линейных наземных и подземных инженерных сооружений координатной системе, в которой выполняются кадастровые работы и ведется ЕГРН (кадастр);
- возможность интеграции сформированной 3D-модели линейных наземных и подземных инженерных сооружений в 3D-модель территориального образования, в котором находятся такие сооружения, в отношении которых выполняются кадастровые работы [2];
- минимальная трудоемкость формирования 3D-модели линейных наземных и подземных инженерных сооружений.

Реализация первого предлагаемого принципа предусматривает выбор такой координатной системы, в которой расхождения Δ значений параметров объектов недвижимости на физической поверхности Земли (L_{i-j}) и в установленной координатной системе (S_{i-j}) не будут превышать нормативно установленный допуск:

$$\Delta = L_{i-j} - S_{i-j} = L_{i-j} - \sqrt{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2} \leq \frac{1}{t} m_{\text{норм}}, \quad (9)$$

где $m_{\text{норм}}$ – СКП определения координат характерных точек, устанавливаемая в зависимости от целевого назначения создаваемой 3D-модели;

t – коэффициент пренебрегаемого влияния, который в соответствии с доверительной вероятностью $\beta = 0,95$ предлагается устанавливать равным $t = 2$;

i, j – номера соответствующих характерных точек, определяющих на местности параметры линейных наземных и подземных инженерных сооружений.

Реализация второго принципа предусматривает выбор такого измерительного технологического оборудования, которое по инструментальной точности обеспечивает выполнение следующего критерия:

$$m_{\text{изм}} = f(m_x, m_y) \leq m_{\text{норм}}, \quad (10)$$

где f – функциональная связь между точностью измеряемого элемента и средними квадратическими погрешностями в зависимости от способа определения координат характерной точки, которые определяются с использованием уравнений (1)–(8).

Третий принцип 3D-моделирования предлагается реализовывать для тех объектов недвижимости, которые расположены в зонах неблагоприятных инженерно-геологических процессов и явлений [51, 108]. При этом точность соответствующего измерительного технологического оборудования должна устанавливаться в соответствии с критерием (10), где в качестве $m_{\text{норм}}$ необходимо использовать нормативный допуск на точность определения параметров осадок и деформаций [8], которые происходят в основании фундамента линейных наземных и подземных инженерных сооружений [124].

Четвертый принцип определяет необходимость выполнения 3D-моделирования в координатной системе, установленной действующим земельно-имущественным законодательством в отношении объектов недвижимости, которые необходимо поставить на государственный кадастровый учет (плоская прямоугольная координатная система в проекции Гаусса – Крюгера). Отметим важный принципиальный аспект – для каждого кадастрового округа устанавливается своя местная система координат [1].

Следовательно, при координировании линейных наземных и подземных инженерных сооружений, пересекающих несколько кадастровых округов, возникают существенные противоречия между фактической длиной такого сооружения и его значением, вычисленным по координатам характерных точек (критерий (9)). В этом случае фактическую длину линейных наземных и подземных инженерных

сооружений следует определять по измеренным значениям длин линий (с использованием электронного тахеометра), по значениям базовых векторов (с использованием GNSS-технологий) или в результате построения цифровой модели, полученной в результате лазерного сканирования [95, 102, 103].

Реализация пятого принципа предусматривает выполнение 3D-моделирования в форматах, обеспечивающих их интеграцию в создаваемую трехмерную модель соответствующего территориального образования [49].

Для реализации шестого принципа, определяющего минимум трудоемкости при создании трехмерного кадастра в территориальных образованиях Российской Федерации, автор предлагает использовать плоскую прямоугольную координатную систему, дополненную третьей координатой H (высота характерной точки в Балтийской системе высот). Такой подход обеспечит минимальную трудоемкость при создании трехмерного кадастра, поскольку не предусматривает перевычисление плоских прямоугольных координат (x, y) в пространственную прямоугольную координатную систему (X, Y, Z) [3].

2.3 Разработка алгоритма информационного обеспечения кадастровых работ и формирование 3D-модели линейных инженерных сооружений

Информационное обеспечение кадастровых работ в отношении линейных инженерных сооружений определяет последовательное выполнение следующих этапов.

Первый этап – подготовительный этап, предусматривающий подготовку к проведению кадастровых работ, а также сбор документов для постановки на государственный кадастровый учет и регистрации права собственности линейных наземных и подземных инженерных сооружений.

На отдельных этапах жизненного цикла линейного инженерного сооружения предусматривается подготовка различных технических документов, необходимых в дальнейшем для постановки линейного инженерного сооружения на государственный кадастровый учет.

На этапе проектирования будущего объекта недвижимости подготавливается проектная документация, содержащая технологические решения для обеспечения строительства или реконструкции объектов капитального строительства.

Для установления границ зон планируемого размещения линейного инженерного сооружения, согласно Градостроительного кодекса, должна подготавливаться документация по планировке территории, которая является обязательной при планировании строительства или реконструкции линейного объекта, за исключением случаев, при которых для строительства, реконструкции линейного объекта не требуется подготовка документации по планировке территории [82].

При осуществлении строительства, в целях подтверждения соответствия требованиям, установленным проектом планировки территории и проектом межевания территории, при осуществлении строительства, реконструкции линейного объекта, выдается разрешение на строительство, которое дает застройщику право осуществлять строительство, реконструкцию объекта капитального строительства.

Уже на этапе строительства предполагается подготовка исполнительной документации, которая отражает фактическое исполнение проектных решений, отраженных в проектной документации.

Получение разрешения на ввод объекта в эксплуатацию предусматривается на этапе эксплуатации построенного объекта. Такое разрешение удостоверяет выполнение строительства, реконструкции объекта капитального строительства в полном объеме в соответствии с разрешением на строительство, проектной документацией.

В рамках выполнения диссертационного исследования диссертантом был разработан алгоритм сбора необходимых исходных данных и документации для проведения кадастровых работ в отношении линейных инженерных сооружений для постановки на государственный кадастровый учет и регистрации права собственности (рисунок 10).

Для обоснования решений, принимаемых в документах, необходимых для постановки на государственный кадастровый учет линейных инженерных сооружений, особое место занимают материалы инженерных изысканий, поскольку инженерно-геологические условия оказывают влияние на условия проектирования и строительства [64], а также на эксплуатацию инженерных сооружений соответствующего назначения, и, следовательно, на экономические, эстетические и инженерные решения, принимаемые в городе.

В качестве исходных данных в предлагаемой методике в отношении вновь построенных линейных наземных и подземных инженерных сооружений рекомендовано формировать пакет исходной документации, подготавливаемой и получаемой от разработки проекта планировки территории и проекта межевания территории до завершения строительства объекта.

Согласно п. 1 ст. 14 Федерального закона от 13.07.2015 № 218-ФЗ (ред. от 31.07.2020) «О государственной регистрации недвижимости» [69] государственная регистрация прав осуществляется на основании заявления, за исключением установленных настоящим Федеральным законом случаев, и документов, поступивших в орган регистрации прав в установленном настоящим Федеральным законом порядке.

Также, согласно п. 10 ст. 40 того же Федерального закона [69] государственная регистрация прав на созданные здание или сооружение осуществляется на основании разрешения на ввод соответствующего объекта недвижимости в эксплуатацию и правоустанавливающего документа на земельный участок, на котором расположен такой объект недвижимости.

Разрешение на ввод объекта в эксплуатацию является основанием для постановки на государственный учет построенного объекта капитального строительства.

При отсутствии разрешения на ввод объекта в эксплуатацию, руководствуясь п. 3 ст. 55 ГрК РФ [30], для принятия решения о выдаче разрешения на ввод объекта в эксплуатацию необходимы следующие основные документы:

- правоустанавливающие документы на земельный участок;
- градостроительный план земельного участка или проект планировки территории;
- разрешение на строительство;
- технический план объекта капитального строительства, подготовленный в соответствии с Федеральным законом от 13.07.2015 № 218-ФЗ «О государственной регистрации недвижимости» [69];
- другие документы и заключения, содержащие информацию о нормативных значениях показателей, включенных в состав требований энергетической эффективности объекта капитального строительства, и о фактических значениях таких показателей, определенных в отношении построенного, реконструированного объекта капитального строительства в результате проведенных исследований, замеров, экспертиз, испытаний, а также иную информацию.

В результате, кадастровый инженер на основании разрешения на строительство и правоустанавливающего документа на земельный участок подготавливает технический план для получения разрешения на ввод объекта в эксплуатацию.

Необходимо учесть случаи, при которых разрешение на ввод объекта в эксплуатацию не требуется.

Согласно п. 15 ст. 55 ГрК РФ [30] разрешение на ввод объекта в эксплуатацию не требуется в случае, если в соответствии с ч. 17 ст. 51 ГрК РФ [30] для строительства или реконструкции объекта не требуется выдача разрешения на строительство, а также согласно Постановлению Правительства РФ от 12.11.2020 № 1816 «Об утверждении перечня случаев, при которых для строительства, реконструкции линейного объекта не требуется подготовка документации по планировке территории, перечня случаев, при которых для строительства, реконструкции объекта капитального строительства не требуется получение разрешения на строительство,

внесении изменений в перечень видов объектов, размещение которых может осуществляться на землях или земельных участках, находящихся в государственной или муниципальной собственности, без предоставления земельных участков и установления сервитутов, и о признании утратившими силу некоторых актов Правительства Российской Федерации» [82].

При этом, государственный кадастровый учет и государственная регистрация прав на созданные здание или сооружение, для строительства которых в соответствии с федеральными законами не требуется разрешение на строительство, осуществляются на основании технического плана таких объектов недвижимости и правоустанавливающего документа на земельный участок, на котором расположены такие объекты недвижимости, или документа, подтверждающего в соответствии с Земельным кодексом Российской Федерации возможность размещения таких созданных сооружений, а также соответствующих объектов незавершенного строительства без предоставления земельного участка или установления сервитута.

Также, согласно п. 8 ст. 24 Федерального закона [69] установлено, что сведения о сооружении, за исключением сведений о местоположении таких объектов недвижимости на земельном участке и их площади, площади застройки, указываются в техническом плане на основании представленной заказчиком кадастровых работ проектной документации таких объектов недвижимости.

К основным сведениям о линейных инженерных сооружениях, вносимых в ЕГРН, относятся:

- вид объекта недвижимости (сооружение);
- кадастровый номер сооружения и дата его присвоения;
- описание местоположения сооружения;
- ранее присвоенный государственный учетный номер;
- кадастровые номера иных объектов недвижимости, в пределах которых расположено сооружение;
- основная характеристика (протяженность, глубина, глубина залегания, площадь, объем, высота, площадь застройки) и ее значение;

- год ввода объекта в эксплуатацию либо год завершения строительства;
- номер кадастрового квартала, в котором находится объект недвижимости.

При отсутствии проектной документации сведения о сооружении указываются в техническом плане на основании декларации, а также иных документов, предусмотренных федеральными законами.

Помимо всего прочего, возникают такие проблемы, как отсутствие проектной документации или наличие рабочей документации или недостаточности информации, содержащейся в проектной. Для решения данной проблемы предлагается вносить изменения в проектную или рабочую документацию той организацией, которой она была подготовлена, при наличии у организации лицензии на выполнения таких работ.

Также, законодательством предусмотрено [69], при отсутствии на момент выполнения кадастровых работ возможности визуального осмотра подземных конструктивных элементов сооружения для осуществления измерений, необходимых для определения местоположения соответствующего объекта недвижимости на земельном участке, допускается использование исполнительной документации.

Второй этап методики предусматривает последовательное выполнение полевых и камеральных работ с последующим 3D-моделированием линейных наземных и подземных инженерных сооружений, характеристики которых определяются в зависимости от пространственного расположения объекта и этапа строительства, предполагаемого видимость всех конструктивных элементов.

Предлагаемый алгоритм формирования 3D-модели ЛИС представлен на рисунке 11.

В зависимости от пространственного расположения линейного сооружения (*наземное, надземное, подземное*) в методике разработаны алгоритмы выполнения координирования, 3D-моделирования линейных инженерных сооружений методами воздушного, наземного статического [6, 7, 67, 100] или мобильного лазерного сканирования, а также определение местоположения подземных линейных инженерных сооружений с применением приборов поиска.



Рисунок 11 – Предлагаемый алгоритм формирования 3D-модели ЛИС

При наземном и надземном расположении линейных инженерных сооружений предлагается использовать метод наземного, воздушного или мобильного лазерного сканирования [104, 105]. Алгоритм применения метода наземного, воздушного или мобильного лазерного сканирования для выполнения координирования линейных инженерных сооружений и их 3D-моделирования представлен на рисунках 12, 13.



Рисунок 12 – Первый этап алгоритма формирования 3D-модели линейных инженерных сооружений



Рисунок 13 – Второй и третий этапы алгоритма формирования 3D-модели линейных инженерных сооружений

Согласно разработанному алгоритму, применение метода наземного, воздушного или мобильного лазерного сканирования для координирования и построения 3D-модели линейных инженерных сооружений предусматривает следующие основные этапы:

- выполнение полевых работ и первичная обработка данных наземного, воздушного или мобильного лазерного сканирования для последующей загрузки в САД-системы;
- построение 3D-модели линейных инженерных сооружений;
- определение основных характеристик линейных инженерных сооружений (протяженность, глубина, глубина залегания, площадь, объем, высота, площадь застройки);
- определение координат характерных точек линейных инженерных сооружений.

При *подземном* расположении линейных инженерных сооружений предлагается использовать метод трассирования (трассоискатели, трубокабелеискатели) и геофизический метод (георадары, тепловизоры) для осуществления поиска и определения точного местоположения таких объектов. Технологическая схема осуществления поиска и определения координат характерных точек линейных инженерных сооружений вышеуказанными методами представлена на рисунке 14.

Представленный алгоритм включает в себя выполнение следующих операций:

- выбор метода определения координат характерных точек подземных инженерных сооружений;
- выполнение поиска подземных инженерных сооружений;
- обработка полученных результатов, формирование каталога координат характерных точек подземных инженерных сооружений в системе координат, принятой для ведения ЕГРН и построение 3D-модели.

Предлагаемый алгоритм предусматривает применение комбинированного метода для определения координат характерных точек линейного сооружения с использованием технологий, позволяющих выполнить поиск инженерного сооружения, определение его координат и построение 3D-модели. Построение 3D-модели линейных наземных и подземных инженерных сооружений осуществляется путем векторизации полученного изображения геометрическими фигурами в соответствии с предложенным классификатором, приведенным в таблице 2.

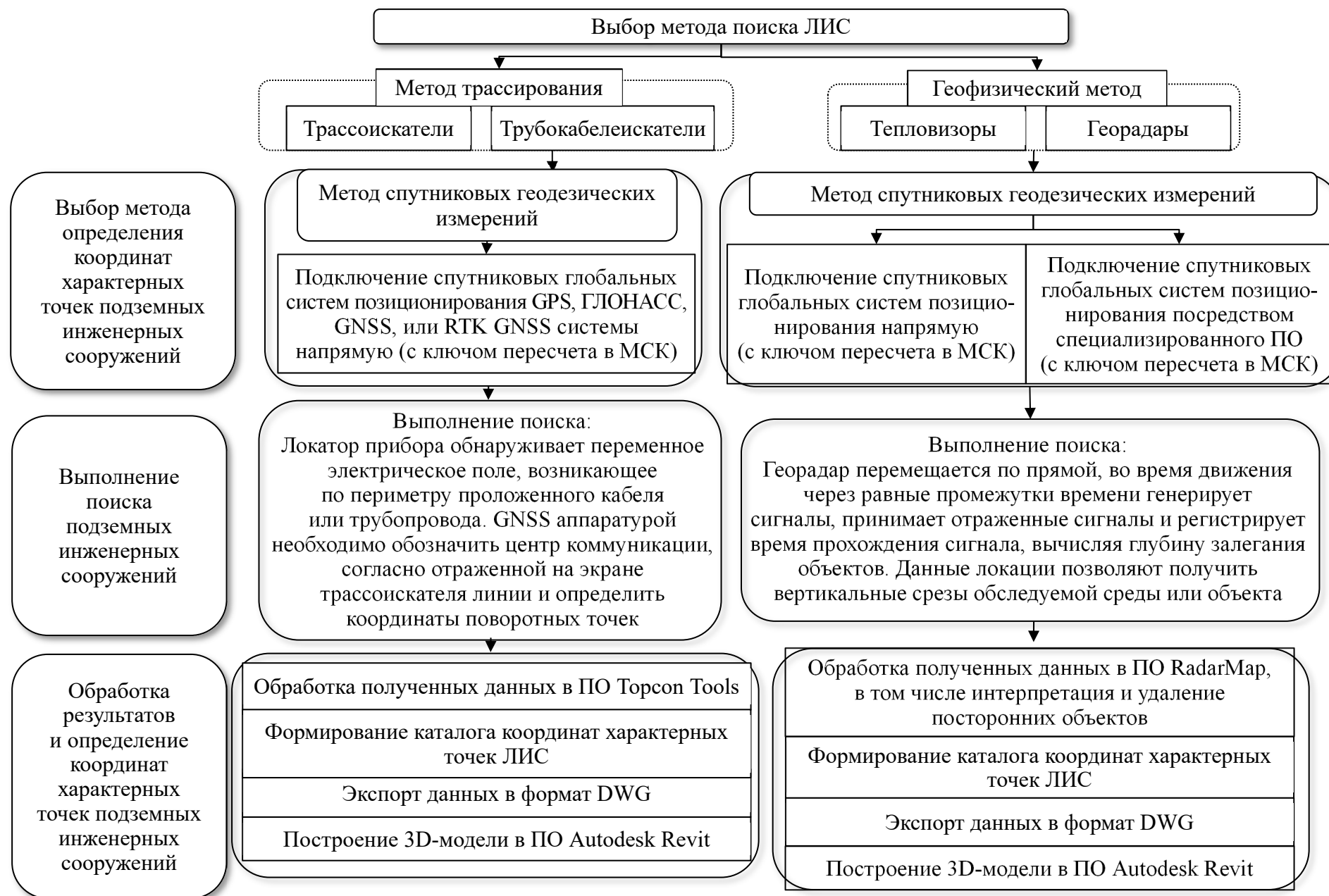
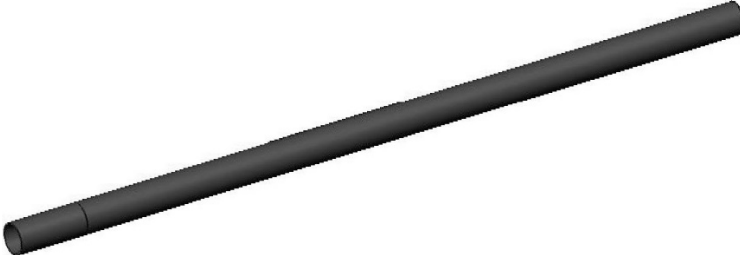
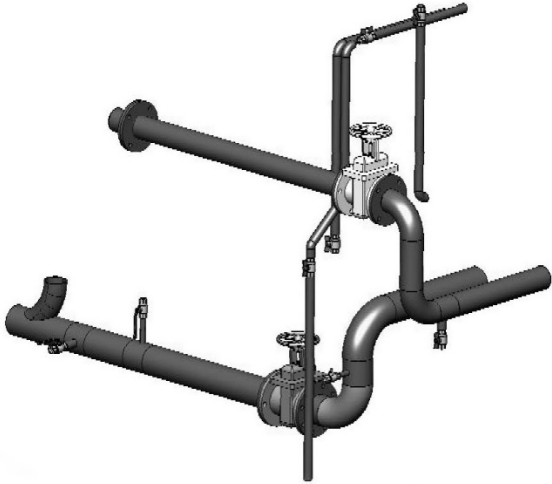
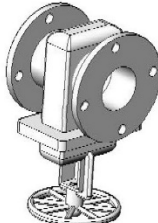



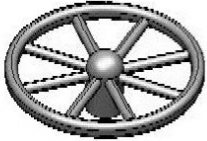

Рисунок 14 – Разработанный алгоритм выбора метода поиска линейных инженерных сооружений

Таблица 2 – Предложенный классификатор ЛИС

| № | Наименование элемента | Краткая характеристика | Изображение элемента |
|--|-----------------------|---|--|
| Трубопроводы и их технологическая развязка | | | |
| 1 | Труба | |  |
| 2 | Узел трубопровода | <p>Детали трубопровода, предназначенные для транспортирования газообразных и жидких продуктов</p> |  |

| № | Наименование элемента | Краткая характеристика | Изображение элемента |
|---|-----------------------|--|---|
| Фасонные детали трубопроводов (фитинги) | | | |
| 3 | Отводы | Деталь трубопровода, предназначенная для изменения направления потока |  |
| 4 | Тройник | Деталь трубопровода, предназначенная для слияния или деления потока вещества под углом 90° |  |
| 5 | Заглушки | Деталь трубопровода, предназначенная для предотвращения попадания перекачиваемого вещества в окружающую среду |  |
| 6 | Фланцы | Деталь трубопровода, предназначенная для разъема (разъединения) отдельных частей трубопроводов, снятия для замены или ремонта арматуры и контрольно-измерительных приборов |  |

| № | Наименование элемента | Краткая характеристика | Изображение элемента |
|---|-----------------------|--|--|
| Трубопроводная арматура | | | |
| Запорная (например, задвижка, кран), регулирующая (например, вентили, клапаны), распределительно-смесительная (смесительные краны и клапаны), предохранительная/защитная (например, предохранительный клапан, обратный клапан), фазоразделительная и массоразделительная (конденсатоотводчики, воздухоотводчики, маслоотделители) | | | |
| 7 | Задвижка | Приспособления, которые устанавливаются на трубопроводах, предназначенные для регулирования работы трубопровода (управление), с помощью которых выполняют отключение сети, распределение потока на отдельные ветви, регулирование давления и площади поперечного сечения труб, смешивания потоков транспортируемых продуктов |  |
| 8 | Кран | |  |

| № | Наименование элемента | Краткая характеристика | Изображение элемента |
|-------------------------|-----------------------|--|---|
| Трубопроводная арматура | | | |
| 9 | Вентиль | Приспособления, которые устанавливаются на трубопроводах, предназначенные для регулирования работы трубопровода (управление), с помощью которых выполняют отключение сети, распределение потока на отдельные ветви, регулирование давления и площади поперечного сечения труб, смешивания потоков транспортируемых продуктов |  |
| 10 | Переходы | |  |

Результатом обработки пространственных данных о линейных инженерных сооружениях, полученных методами воздушного, наземного или мобильного лазерного сканирования, а также методами поиска подземных ЛИС (геофизический, трассирование) является трехмерная модель линейных инженерных сооружений, построенная в системе координат для ведения ЕГРН, а также основные характеристики линейных инженерных сооружений, в том числе их фактическая протяженность.

Фрагмент такой трехмерной модели представлен на рисунке 15.

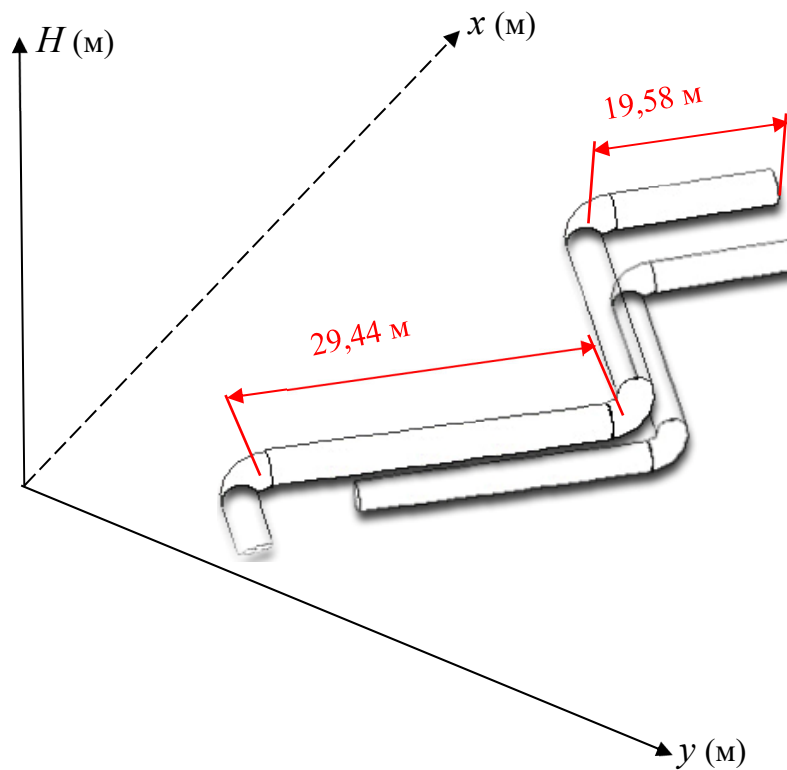


Рисунок 15 – Фрагмент 3D-модели линейных инженерных сооружений

2.4 Актуализация сведений государственных информационных систем обеспечения градостроительной деятельности

Третий этап методики заключается во внесении актуальных сведений о линейных наземных и подземных инженерных сооружениях на дежурные топографические планы города в векторном формате, а также в 3D-формате.

В 2018 г. внесенные изменения в Градостроительный кодекс изменили структуру данных в информационных системах обеспечения градостроительной деятельности (рисунок 16).

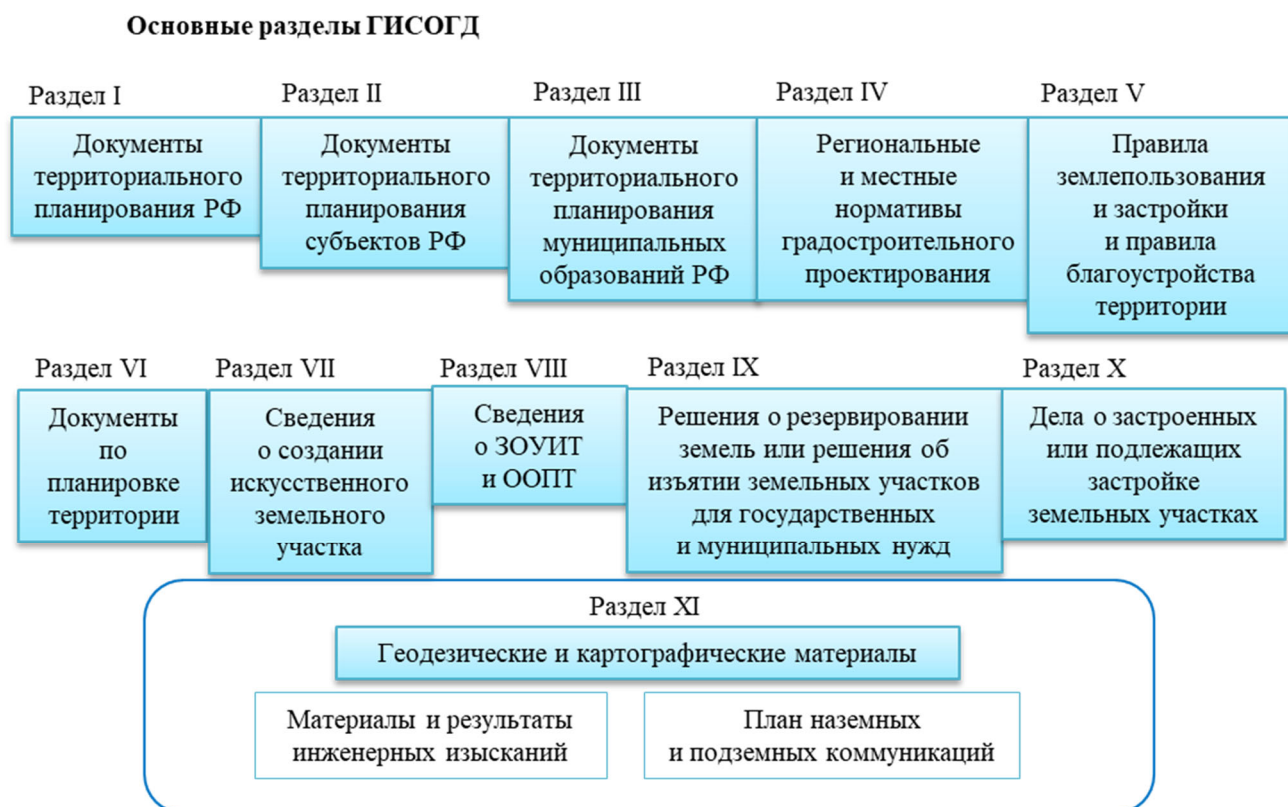


Рисунок 16 – Структура данных информационной системы обеспечения градостроительной деятельности

Внесенные изменения предоставили возможность дополнить в ГИСОГД материалами инженерных изысканий и планами наземных и подземных коммуникаций [9] которые содержат сведения о всех наземных и подземных коммуникациях и сооружениях в масштабах 1 : 500 и 1 : 2 000, а именно нанесены существующие и проектируемые сети инженерно-технического обеспечения [94]. Принятие такого решения подтверждает отсутствие в органах местного самоуправления достаточных и точных реестров линейных инженерных сооружений, информация о которых размещается в ГИСОГД, что не позволяет получить полные сведения об ограничениях землепользования и застройки.

Важной составляющей ГИСОГД является картографическое обеспечение [98], включающее топографические карты различных масштабов, крупномасштабные топографические [55] и инженерно-геодезические планы. Это означает, что картографические сведения должны собираться по единым требованиям [10], позволяющим решать широкий спектр задач градостроительного планирования, проектирования и строительства, а также процессов предоставления земельных участков и выдачи разрешений на строительство.

Картографической основой, содержащей картографические данные линейных инженерных сооружений, является дежурный план города, представляющий собой планшеты на твердых носителях, растровую и векторную копию планшетов масштаба 1 : 500.

Процесс актуализации дежурных планов представлен в виде блок-схемы, составленной на основании действующих муниципальных регламентов (рисунок 17).



Рисунок 17 – Порядок актуализации дежурного топографического плана города

2.5 Разработка алгоритма информационного обеспечения кадастровых работ и формирование технического плана линейных инженерных сооружений

Четвертый этап методики заключается в разработке алгоритма формирования основных частей технического плана (рисунок 18) в 3D-формате на основании пространственных параметров ЛИС, полученных в результате координирования.



Рисунок 18 – Предлагаемый алгоритм формирования технического плана ЛИС

При разработке алгоритма использовался параметр трудоемкости, который заключается в минимизации временных ресурсов, стоимости и удобстве пользовательского интерфейса соответствующего программного обеспечения.

Координирование параметров ЛИС [9] наиболее целесообразно выполнять комбинированным способом с использованием как GNSS-технологий, так и наземных измерительных технологий с соблюдением второго предлагаемого принципа. Для реализации четвертого этапа методики предлагается следующая форма технического плана, в которую будут вноситься соответствующие пространственные характеристики параметров ЛИС (таблица 3).

Таблица 3 – Предлагаемая форма фрагмента технического плана ЛИС

| ТЕХНИЧЕСКИЙ ПЛАН | | | | | | | | | |
|---|---------------------------------|-------|-------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|--|-------------------|
| Пространственное описание местоположения здания, сооружения, объекта незавершенного строительства на земельном участке в формате 3D | | | | | | | | | |
| № | Пространственные координаты (м) | | | Длины линий (м) | | | | Средние квадратические погрешности определения пространственных координат и высот (см) | |
| | x | y | H | $S_{\text{ПЛОСК}}$ | $S_{\text{ПРОСТ}}$ | $L_{\text{ПЛОС}}$ | $L_{\text{НАКЛ}}$ | $m_{x,y}$ | m_H |
| 1 | x_1 | y_1 | H_1 | | | | | m_1 | m_{H1} |
| | | | | S_{1-2} | S_{1-2} | L_{1-2} | L_{1-2} | | |
| 2 | x_2 | y_2 | H_2 | | | | | m_2 | m_{H2} |
| | | | | . | . | | | | |
| . | . | . | . | | | | | . | . |
| | | | | S_{n-1-n} | S_{n-1-n} | L_{n-1-n} | L_{n-1-n} | | |
| n | x_n | y_n | H_n | | | | | m_n | m_{Hn} |
| | | | | $\Sigma S_{\text{ПЛОСК}}$ | $\Sigma S_{\text{ПРОСТ}}$ | $\Sigma L_{\text{ПЛОСК}}$ | $\Sigma L_{\text{НАКЛ}}$ | $m_{\text{НОРМ}}$ | $m_{\text{НОРМ}}$ |

Сравнение между собой дополнительных параметров (длин линий) обеспечит контроль выполнения предложенных принципов для 3D-моделирования ЛИС. Так, сравнение измеренных длин линий ($\Sigma L_{\text{ПЛОСК}}$) со своими значениями, вычисленными по координатам ($\Sigma S_{\text{ПЛОСК}}$), определит соответствие метрики координатного пространства первому предлагаемому принципу.

Сравнение $\Sigma S_{\text{ПЛОСК}}$ и $\Sigma S_{\text{ПРОСТ}}$ определит влияние рельефа на длину ЛИС, а параметр $\Sigma L_{\text{НАКЛ}}$ – фактическую длину линейного инженерного сооружения на местности, которую необходимо в качестве дополнительной характеристики вносить в ЕГРН.

Отметим, что вычисление пространственной длины линии ($S_{\text{ПРОСТ}}$) в предлагаемой координатной системе выполняется по следующей формуле:

$$S_{\text{ПРОСТ}} = \sqrt{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2 + (H_i - H_j)^2}. \quad (11)$$

Вычисление средних квадратических погрешностей определения параметров ЛИС позволит сделать заключение о выполнении второго принципа 3D-моделирования.

Подготовка графической части технического плана линейных инженерных сооружений может быть подготовлена как в ПО для формирования 3D-модели (ПО Autodesk Revit 2020), так и с использованием специализированных программных продуктов (например, MapInfo с модулем «Ми-сервис», ТехноКАД-Гео и др.).

Формирование графической части технического плана можно представить в виде схемы, представленной на рисунке 19.

Согласно представленному алгоритму для формирования графической части технического плана линейных инженерных сооружений по данным построенной трехмерной модели необходимо осуществлять этапы в следующей последовательности:

- детализация модели («низкий уровень», вид сверху) в ПО Autodesk Revit для корректного отображения на плоскости и экспорт модели в формат DXF;
- загрузка полученных материалов в программу MapInfo через «универсальный транслятор» для конвертации DXF-формата в ТАВ-формат (MapInfo);
- загрузка кадастрового плана территории и его конвертация в ТАВ-формат (MapInfo);
- оформление графической части технического плана в ПО MapInfo в модуле «Ми-сервис»;
- выгрузка чертежей в XML-файл.

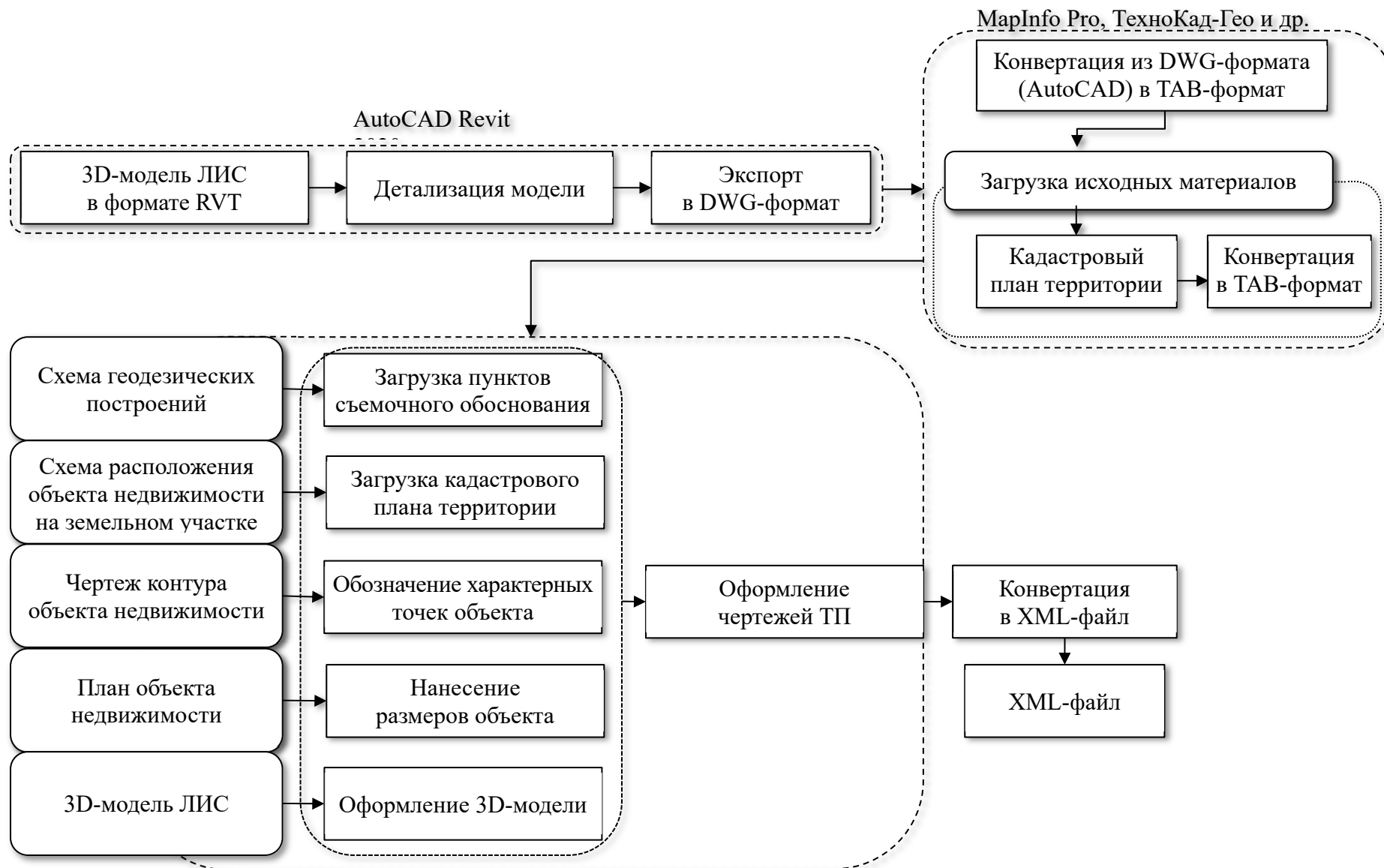


Рисунок 19 – Алгоритм формирования графической части технического плана линейного инженерного сооружения по данным построенной трехмерной модели ЛИС

Следовательно, в разработанных алгоритмах представлена совокупность технологических решений, которая позволит кадастровым инженерам получать, а затем актуализировать пространственную информацию о параметрах ЛИС. Реализация на практике разработанных алгоритмов и технологических решений в рамках разработанной методики позволит с высоким качеством формировать технические планы ЛИС при минимуме трудозатрат.

2.6 Выводы по второму разделу диссертационного исследования

Во втором разделе диссертационной работы представлена разработанная методика информационного обеспечения кадастровых работ, выполняемых в отношении линейных наземных и подземных инженерных сооружений. Основными принципиально новыми концептуальными аспектами в этой методике являются следующие положения:

- предложена новая система принципов 3D-моделирования линейных наземных и подземных инженерных сооружений, в которой реализуется возможность выбора координатного пространства и соответствующего измерительного технологического оборудования, исходя из целевого назначения формируемой в отношении объекта недвижимости математической модели;
- предложенные в системе принципов точностные критерии позволяют контролировать результаты полевых геодезических определений, что необходимо для получения достоверной качественной кадастровой информации, соответствующей всем требованиям нормативно-правовых документов, регламентирующих выполнение как кадастровых, так и градостроительных работ;
- для актуализации конструктивных элементов в формируемой математической модели линейного инженерного сооружения предложен классификатор, содержащий основные элементы трубопроводов, которые строятся и эксплуатируются на территории РФ;
- по результатам выполненных полевых измерений, в том числе с использованием современной технологии лазерного сканирования разработан алгоритм

3D-моделирования, позволяющий определять пространственные параметры линейных наземных и подземных инженерных сооружений, оценивать точность получаемых результатов и формировать технический план инженерного сооружения в формате 3D;

– разработана методика информационного обеспечения кадастровых работ на основании предложенной системы принципов и алгоритма 3D-моделирования линейных наземных и подземных инженерных сооружений, которая позволяет увеличить полноту и повысить достоверность кадастровой информации о линейных наземных и подземных инженерных сооружениях за счет выбора системы координат и измерительного технологического оборудования, а также использовать созданную математическую модель для градостроительной деятельности и формирования 3D-модели территориального образования.

3 АПРОБАЦИЯ МЕТОДИКИ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАДАСТРОВЫХ РАБОТ В ОТНОШЕНИИ ЛИНЕЙНЫХ НАЗЕМНЫХ И ПОДЗЕМНЫХ ИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ

3.1 Цели и задачи адаптации разработанной методики информационного обеспечения кадастровых работ

Апробирование разработанной методики информационного обеспечения кадастровых работ в отношении линейных наземных и подземных инженерных сооружений выполнялось на примере нескольких производственных объектов трубопроводного транспорта газоснабжения, расположенных на территории Томской области и региона Дальнего Востока. Выбранные объекты представляют собой застроенную территорию с комплексом технологического оборудования трубопроводного транспорта газоснабжения наземного и подземного расположения. По разработанной методике также выполнялась математическая обработка результатов координатных определений характерных точек, определяющих ось участка построенного магистрального трубопровода «Сахалин – Хабаровск – Владивосток».

При проведении кадастровых работ с использованием разработанной методики были поставлены следующие научно-технические задачи:

- на основании предложенной системы принципов 3D-моделирования проверить соответствие метрики координатного пространства целям и задачам кадастровых и градостроительных работ, выполняемых на объекте исследования;
- определить соответствие пространственных параметров объекта недвижимости своим фактическим размерам на местности и оценить целесообразность внесения дополнительной характеристики в Единый государственный реестр недвижимости о фактической длине линейного инженерного сооружения;
- оценить соответствие выбранного измерительного технологического оборудования нормативным точностным требованиям, которое действующее законодательство устанавливает для выполняемых кадастровых и градостроительных работ (уравнение (10));

– на основании полевых координатных определений сформировать 3D-модель объекта недвижимости и оценить точность ее создания.

3.2 Реализация разработанной методики информационного обеспечения кадастровых работ на объектах адаптации

На объектах апробации при выполнении кадастровых работ в отношении ЛИС исходными материалами служили: кадастровые планы территории, выписки из ЕГРН о соответствующих объектах недвижимости, топографо-геодезическая изученность заданной территории, предоставленные Федеральной службой государственной регистрации, кадастра и картографии [91] полевые координатные определения характерных точек объектов недвижимости, выполненные с использованием технологии наземного лазерного сканирования, предоставленные Инженерной школой новых производственных технологий Национального исследовательского Томского политехнического университета, г. Томск; материалы и результаты научно-производственного центра информационных технологий Сибирского государственного университета геосистем и технологий, г. Новосибирск; результаты выполнения комплексных геодезических работ по топографической съемке, выполненные ООО «Геодезист», г. Томск.

На первом объекте адаптации кадастровые работы выполнялись относительно газопровода, расположенного по улицам газифицируемых населенных пунктов. На данном объекте, в первую очередь, анализировалась точность создания геодезического обоснования с использованием лазерного сканера. Данный объект адаптации и точки установки лазерного сканера, выбранные в результате рекогносцировки местности, приведены на рисунке 20.

Принципы выбора мест закрепления точек на объекте заключались в реализации следующих технологических и технических положений:

– точки должны быть расположены в местах, обеспечивающих им долговременную сохранность, удобство установки лазерного сканера и прямую оптическую видимость между собой [7];

– точки должны быть расположены таким образом, чтобы при осуществлении сканирования характерных точек, закрепляющих контур ОКС возникали зоны перекрытия [102];

– начальная и конечная точка установки лазерного сканирования должны быть привязаны с использованием традиционных наземных измерительных технологий или спутниковых GNSS-определений к системе координат, в которой осуществляется кадастровая или градостроительная деятельность.



Условные обозначения:

- - точки установки лазерного сканера
- ▲ - исходные пункты геодезического обоснования населенного пункта, с координатами в координатной системе, принятой в соответствии с законодательством для осуществления кадастровых работ
- - линии, измененные электронным тахеометром для контроля точности выполненного лазерного сканирования
- (blue) - подземный контур сооружения трубопроводного транспорта газоснабжения
- (green) - наземный и надземный контур сооружения трубопроводного транспорта газоснабжения

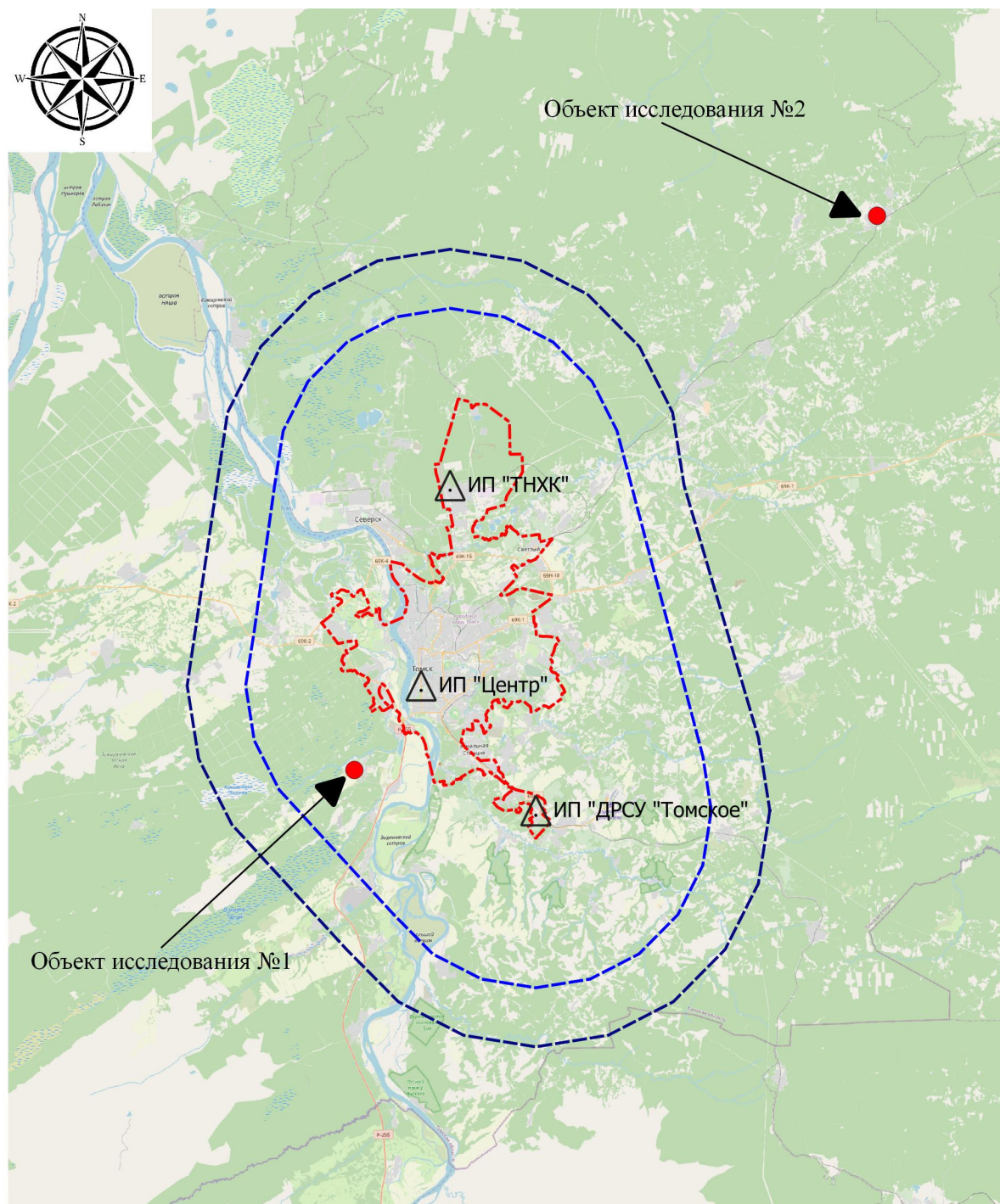
Рисунок 20 – Схема расположения мест установки точек лазерного сканирования

В соответствии со вторым предложенным принципом 3D-моделирования было выбрано соответствующее измерительное технологическое оборудование, исходя из установленного градостроительного нормативного допуска для определения пространственных параметров данных объектов, который составляет $\Delta_{\text{НОРМ}} = 0,02$ м в соответствии с уравнением (10). Исходя из такого допуска и особенностей исследуемого объекта, было выбрано следующее измерительное технологическое оборудование: наземный лазерный сканер Leica Scan Station C10 с точностью определения точек лазерных отражений $m_{\text{СКАН}} = 0,6$ см на 50 м и электронный тахеометр Sokkia SET 630 RK с инструментальной точностью измерения длин линий $m_L = 0,2$ см. Следовательно, по точности измеренных длин линий следует, что электронный тахеометр намного превосходит лазерный сканер и для оценки точности целесообразно использовать формулу Гаусса, в которой измерения электронным тахеометром следует считать эталонными.

Координаты исходных пунктов (1, 2, 3, 4), позволяющие сшить результаты лазерного сканирования в координатной системе, соответствующей выполнению кадастровых работ в данном территориальном образовании, были получены в результате использования GNSS-технологий относительно существующей в Томской области системы постоянной действующих станций (ПДБС) [29]. Для этих целей использовался спутниковый приемник Javad Triumph – 1M с инструментальной точностью спутникового позиционирования для режима RTK, который применялся на данном объекте в плане $m_{\text{GNSS}} = 1,0$ см + $0,1$ см · $L_{(\text{км})}$, и по высоте $m_{\text{GNSS}} = 1,5$ см + $0,1$ см · $L_{(\text{км})}$. При использовании же режима «Статика» у данного спутникового приемника инструментальная точность соответственно будет составлять $m_{\text{GNSS}} = 0,3$ см + $0,05$ см · $L_{(\text{км})}$, и по высоте $m_{\text{GNSS}} = 0,5$ см + $0,05$ см · $L_{(\text{км})}$.

Следовательно, при удалении объекта адаптации от ПДБС на 10 км точность спутникового позиционирования в режиме RTK на исходных пунктах геодезического обоснования соответственно составила: в плане $m_{\text{GNSS}} = 2,0$ см и по высоте $m_{\text{GNSS}} = 2,5$ см.

Расположение ПДБС в Томской области приведено на рисунке 21.



Условные обозначения:

- Объект исследования
- ▭ Границы г. Томска
- ▭ Зона покрытия 20 км
- △ ПДБС
- ▭ Зона покрытия 15 км

Рисунок 21 – Схема размещения постоянно действующих базовых станций на территории Томской области

Отметим, что, к сожалению, ПДБС расположены только в черте города Томска. Данное обстоятельство отрицательно сказывается на точности спутникового позиционирования [54] при выполнении кадастровых работ для варианта, когда территориальное образование расположено на значительном удалении от ПДБС, например, на границе Томской области.

Пространственные координаты точек установки лазера (ТУЛ) в координатной системе, используемой для выполнения кадастровых работ в данном территориальном образовании, дополненной третьей координатной H , с соответствующим ключом перехода к условной координатной системе (координаты имеют шифр «Для служебного пользования») приведены в приложении Б. Результаты их математической обработки в виде предложенных ранее точностных критериев (9), (10) приведены в таблице 4.

Для проверки соответствия метрики координатного пространства территориального образования [1] на соответствие ее целям и задачам кадастровых и градостроительных работ представим предложенный ранее критерий (9) в виде следующего математического уравнения. Данное уравнение записано для n -мерного вектора контрольных измерений, заключается в применении формулы Гаусса и в сравнении, измеренных длин линий электронным тахеометром и полученных в результате математической обработки результатов лазерного сканирования

$$\Delta = \frac{\sum_{z=1}^n \Delta_z}{n} = \frac{\sum_{z=1}^n (L_{i-j} - S_{i-j})}{n} = 0,002 \leq \frac{m_{\text{НОРМ}}}{t}, \quad (12)$$

где z – порядковый номер контрольного измерения;

t – коэффициент пренебрегаемого влияния, который для доверительной вероятности $\beta = 0,95$ принимается равным $t = 2$;

n – число контрольных линий между ТУЛ (для данного объекта $n = 15$);

i, j – номера точек установки лазерного сканера.

Влияние рельефа на фактические размеры длин линий также оценивалось с использованием уравнения (12), только в качестве расхождений использовалась расхождение между длинами линий, вычисленными по координатам в двухмерном координатном пространстве (x, y) с их пространственными значениями, которые вычислены с учетом третьей координаты H .

Таблица 4 – Определение адекватности математической модели по первому объекту исследования

| Пространственные параметры объекта исследования | | | | | |
|---|---------------------------|---------------------------|--------------------------|--|-------|
| Длины линий (м) | | | | Средние квадратические погрешности определения пространственных координат и высот (см) | |
| $\Sigma S_{\text{ПЛОСК}}$ | $\Sigma S_{\text{ПРОСТ}}$ | $\Sigma L_{\text{ПЛОСК}}$ | $\Sigma L_{\text{НАКЛ}}$ | $m_{x,y}$ | m_H |
| 879,81 | 879,82 | 879,80 | 879,81 | 0,80 | 1,00 |

Анализируя полученные результаты, следует сделать следующие выводы:

– на основании сравнения $\Sigma S_{\text{ПЛОСК}}$ и $\Sigma L_{\text{ПЛОСК}}$ и вычисленного критерия по уравнению (12) метрика координатного пространства данного территориального образования соответствует целям и задачам кадастровых и градостроительных работ, выполняемых в данном территориальном образовании;

– на основании сравнения $\Sigma S_{\text{ПЛОСК}}$ и $\Sigma S_{\text{ПРОСТ}}$ и вычисленного критерия по уравнению (12) рельеф местности не оказывает существенного влияния на пространственные параметры ЛИС, и вычисленные значения параметров в координатном пространстве 2D соответствуют своим пространственным характеристикам.

Вычисление средних квадратических погрешностей определения координат точек установки лазерного сканера осуществлялось по следующей формуле:

$$m_{\text{ТУЛ}} = \sqrt{m_{\text{GNSS}}^2 + m_{\text{ЛС}}^2} = \sqrt{2_{\text{см}}^2 + 0,6_{\text{см}}^2} = 2,1 \text{ см}, \quad (13)$$

где m_{GNSS} – СКП определения координат исходных пунктов (1, 2, 3, 4), полученные в результате GNSS-определений;

$m_{\text{ЛС}}$ – СКП определения координат в результате лазерного сканирования, вычисленная с использованием уравнения (1).

По аналогии для определения СКП определения третьей координаты H также может использоваться уравнение (13) с соответствующими высотными точностными характеристиками используемого измерительного технологического оборудования

$$m_{\text{ТУЛ}} = \sqrt{m_{\text{GNSS}}^2 + m_{\text{ЛС}}^2} = \sqrt{2,5_{\text{см}}^2 + 0,6_{\text{см}}^2} = 2,6 \text{ см.} \quad (14)$$

Следовательно, средняя квадратическая погрешность определения координат точек установки лазерного сканирования с учетом ошибок исходных данных $m_{\text{ТУЛ}}$ как в плановом, так и в высотном отношении, соответствует необходимой точности, предъявляемой действующими нормативно-правовыми документами как к кадастровым работам [84], так и к градостроительной деятельности.

Таким образом, можно отметить, что разработанная методика в части создания геодезического обоснования методом наземного лазерного сканирования обеспечивает требуемую точность получения координат точек установки лазерного сканера, которые в дальнейшем могут быть использованы в качестве исходных для сшивки всей совокупности массива точек и построения 3D-модели объектов недвижимости, которую возможно использовать как для информационного обеспечения кадастровых работ, так и для обеспечения градостроительной деятельности.

Следующим аспектом проверки разработанной методики является вариант, при котором пространственные координаты точек ОКС, полученные в результате лазерного сканирования и определенные электронным тахеометром, сравниваются между собой и с использованием формулы Гаусса вычисляется критерий точности:

$$\Delta_1 = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta_i}{2 \cdot n} = \frac{\sum_{i=1}^n \left\{ (X_{\text{ЛС}} - X_{\text{ЭТ}}) + (Y_{\text{ЛС}} - Y_{\text{ЭТ}}) \right\}}{2 \cdot n} \leq \frac{m_{\text{НОРМ}}}{t}, \quad (15)$$

где n – число контрольных точек, расположенных на ОКС, координаты которых определены электронным тахеометром ($X_{ЭТ}$, $Y_{ЭТ}$);

Δ_i – расхождение между результатами лазерного сканирования ($X_{ЛС}$, $Y_{ЛС}$) и контрольными измерениями электронным тахеометром.

Еще одним точностным критерием является сравнение между собой координат одноименных характерных точек, расположенных в зонах двойного перекрытия. Данный критерий является эффективным, поскольку позволяет, в рамках разработанной методики, без привлечения дополнительного измерительного технологического оборудования, выполнять оценку точности материалов лазерного сканирования. Данный критерий по аналогии с критерием (15) вычисляется по следующей формуле:

$$\Delta_2 = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta_i}{2 \cdot n} = \frac{\sum_{i=1}^n \left\{ (X_{ЛС} - X_{ЭТ}) + (Y_{ЛС} - Y_{ЭТ}) \right\}}{2 \cdot n} \leq \frac{m_{НОРМ}}{t}, \quad (16)$$

где n – число контрольных точек, находящихся в зонах двойного перекрытия на ОКС;

Δ_i – расхождение между значениями координат одноименных характерных точек, расположенных в соответствующих областях перекрытия.

Для исследования разработанной методики по критериям, указанным выше, был выбран второй объект адаптации, представленный на рисунке 21. Данный объект представляет собой совокупность линейных и площадных инженерных сооружений с большим количеством технологического оборудования и предназначен для транспортировки природного газа.

Лазерное сканирование фрагмента территории выполнялось с пяти закрепленных на местности точек установки лазерного сканера, которые были выбраны с учетом тех принципов, которые были приведены ранее. После выполненного лазерного сканирования на эти точки устанавливался электронный тахеометр и в системе координат лазерного сканирования определялись повторно координаты тех характер-

ных точек ОКС, которые, во-первых, четко зафиксированы на контуре ОКС, а, во-вторых, находятся в зонах двойного перекрытия. Данные измерения в дальнейшем были использованы для анализа точности лазерного сканирования по критериям (15) и (16). В результате камеральной обработки результатов лазерного сканирования по предложенному алгоритму, представленному на рисунках 12, 13, с использованием ПО Leica Cyclone и сшивки полученных результатов в единый массив точек получено изображение фрагмента объекта адаптации (рисунок 22).

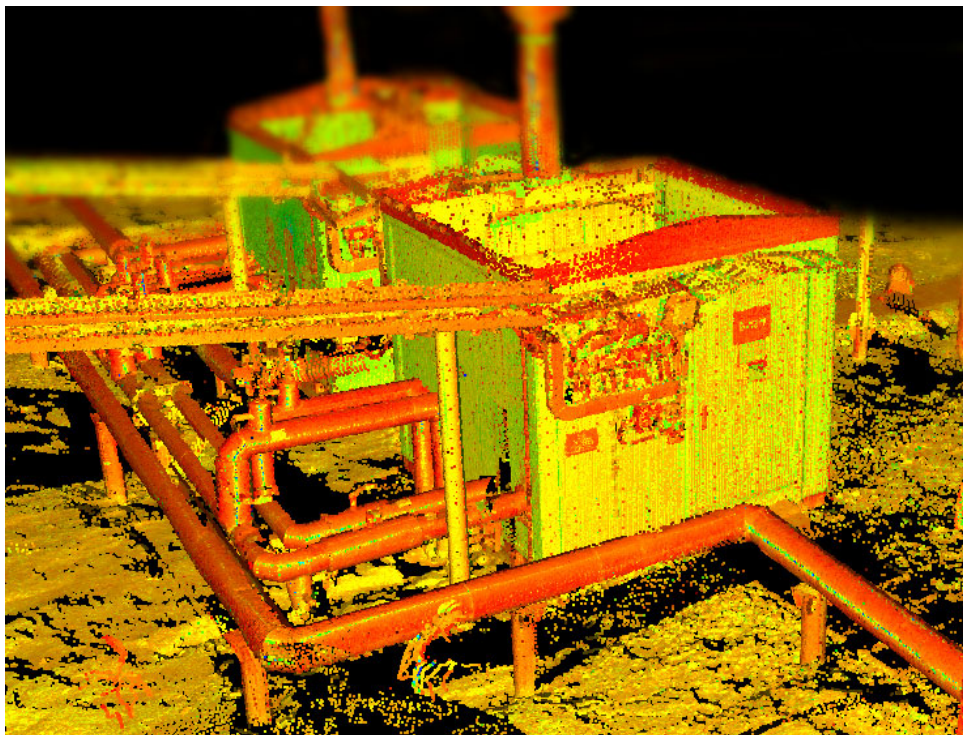


Рисунок 22 – Результат предварительной обработки измерений и сшивки массива точек в единое облако в программном комплексе Leica Cyclone

Пространственные параметры ОКС и контроль точности лазерного сканирования приведены в приложении Д.

Для построения 3D-модели была выполнена обработка массива точек в количестве 2 232 754 точки на предмет фильтрации (определение чистоты съемки), результат которой представлен на рисунке 23.

С помощью ПО Autodesk Recap Pro была произведена конвертация в формат DWG для выполнения дальнейших операций в САД-комплексах.

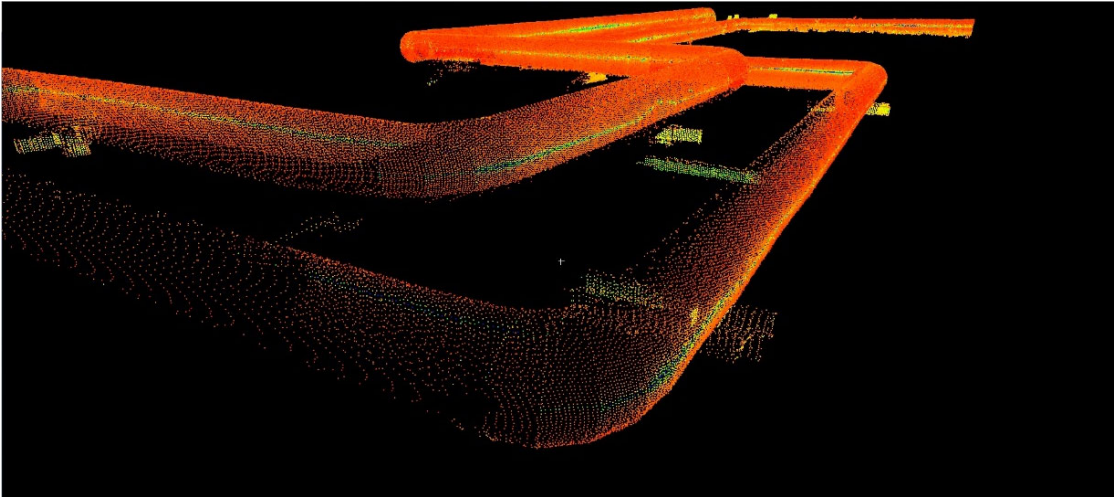


Рисунок 23 – Фрагмент фильтрации массива точек, полученных в результате предварительной обработки результатов измерений

Одновременно с лазерным сканированием наземных инженерных сооружений для получения полноценной 3D-модели исследуемого объекта была выполнена съемка его подземной инфраструктуры. Для осуществления поиска подземных контуров исследуемого объекта был выбран бесконтактный способ поиска с использованием трассопоискового приемника Ridgid SR-24 Seek Tech. Данное измерительное технологическое оборудование характеризуется инструментальной точностью определения местоположения контура подземного линейного сооружения на местности – менее 2,5 м. Отметим, что, к сожалению, в действующей нормативно-правовой документации отсутствуют требования к определению на местности местоположения контура подземного линейного инженерного сооружения и, как следствие, кадастровые инженеры используют в своей практической деятельности то измерительное технологическое оборудование, которое имеется в наличии.

Полученные пространственные данные поиска с помощью трассопоискового приемника были обработаны в программном обеспечении Topcon Tools и экспортированы в формат DWG для формирования топографической съемки [41] и дальнейшего 3D-моделирования. Фрагмент результата обработки полученных данных (топографическая съемка) по подземным контурам апробируемого объекта представлен на рисунке 24.

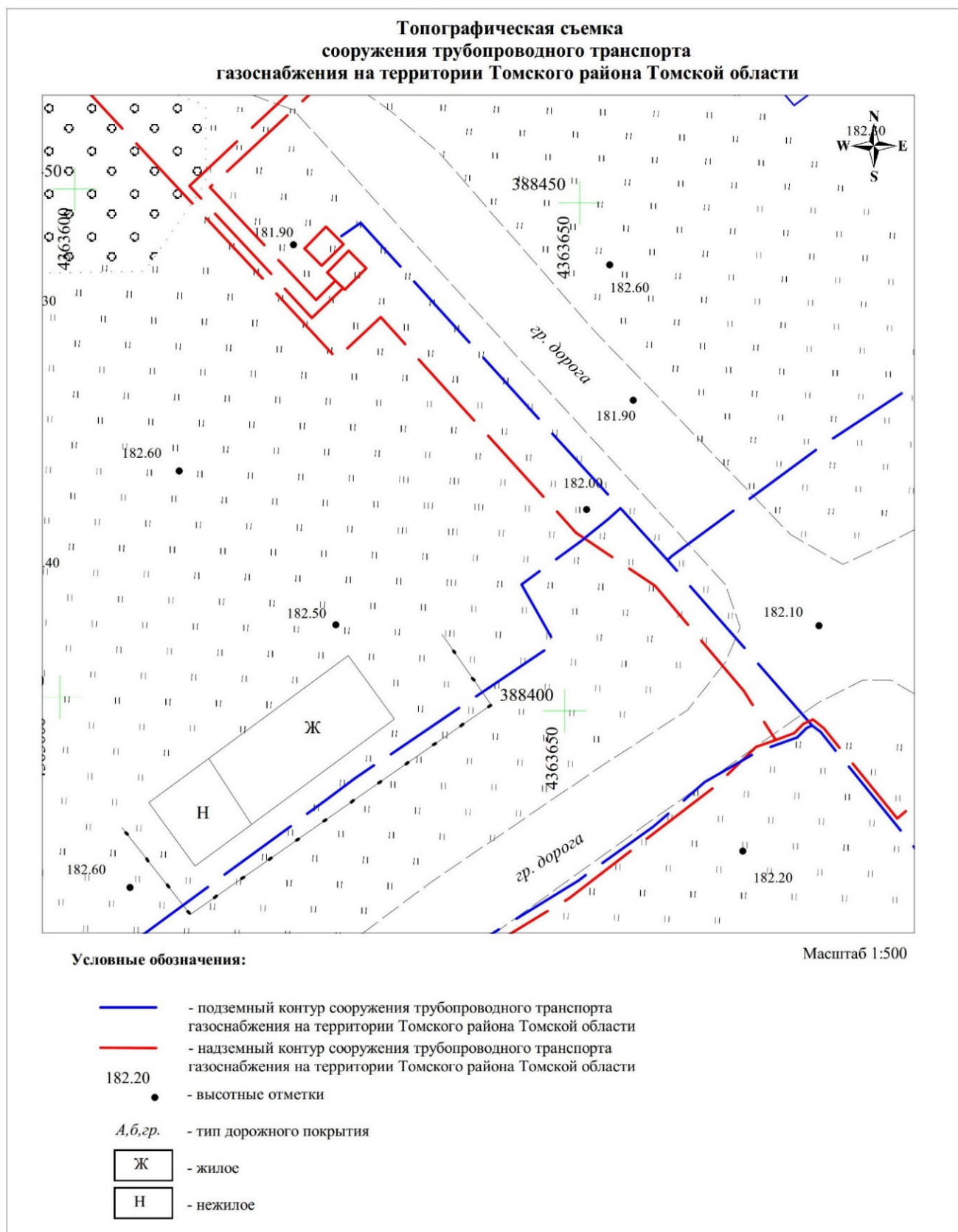


Рисунок 24 – Фрагмент топографической съемки подземного контура сооружения трубопроводного транспорта газоснабжения на территории Томского района Томской области

Построение 3D-модели ЛИС было осуществлено в программном комплексе Autodesk Revit путем векторизации полученного изображения соответствующими геометрическими фигурами (рисунок 25) в соответствии с принятым классификатором (см. таблицу 2).

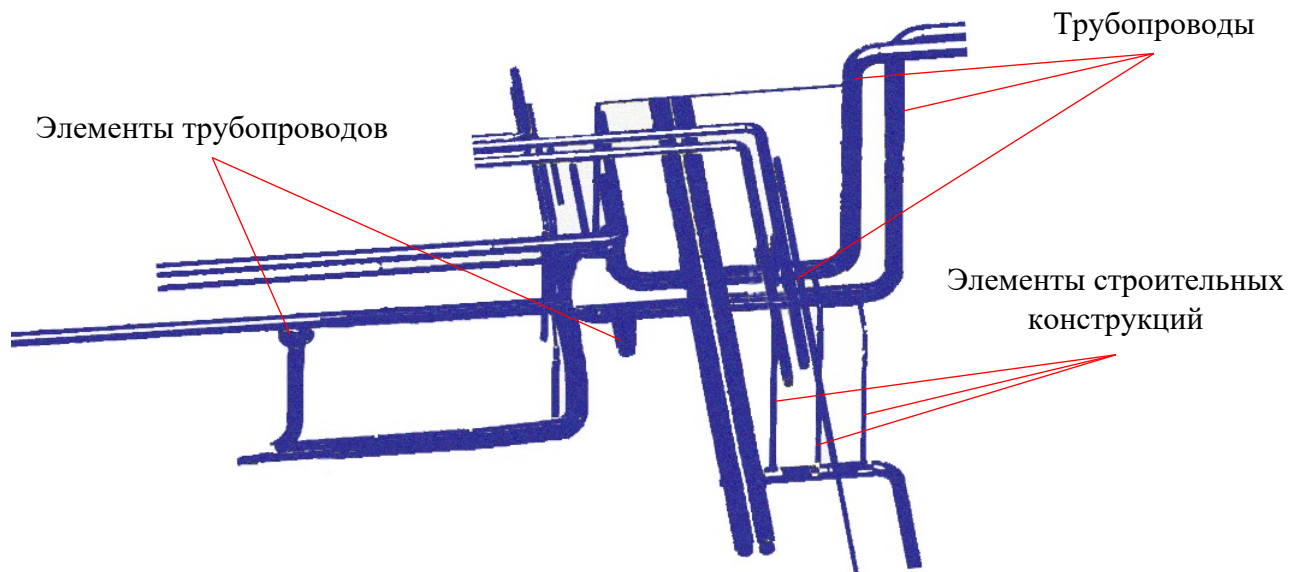


Рисунок 25 – Фильтрация результатов измерений и представление массива точек в векторном формате трубопроводов в программном комплексе Autodesk Revit

Выполнение 3D-моделирования производилось в координатной системе, установленной действующим земельно-имущественным законодательством, – в плоской прямоугольной системе координат в проекции Гаусса – Крюгера с учетом третьей координаты H , согласно *шестому* предложенному принципу.

Оформление фрагмента трехмерной модели ЛИС и детализация параметров линейных инженерных сооружений (рисунок 26) было выполнено в программном комплексе Autodesk Revit в формате DWG в соответствии с *пятым* предлагаемым принципом.

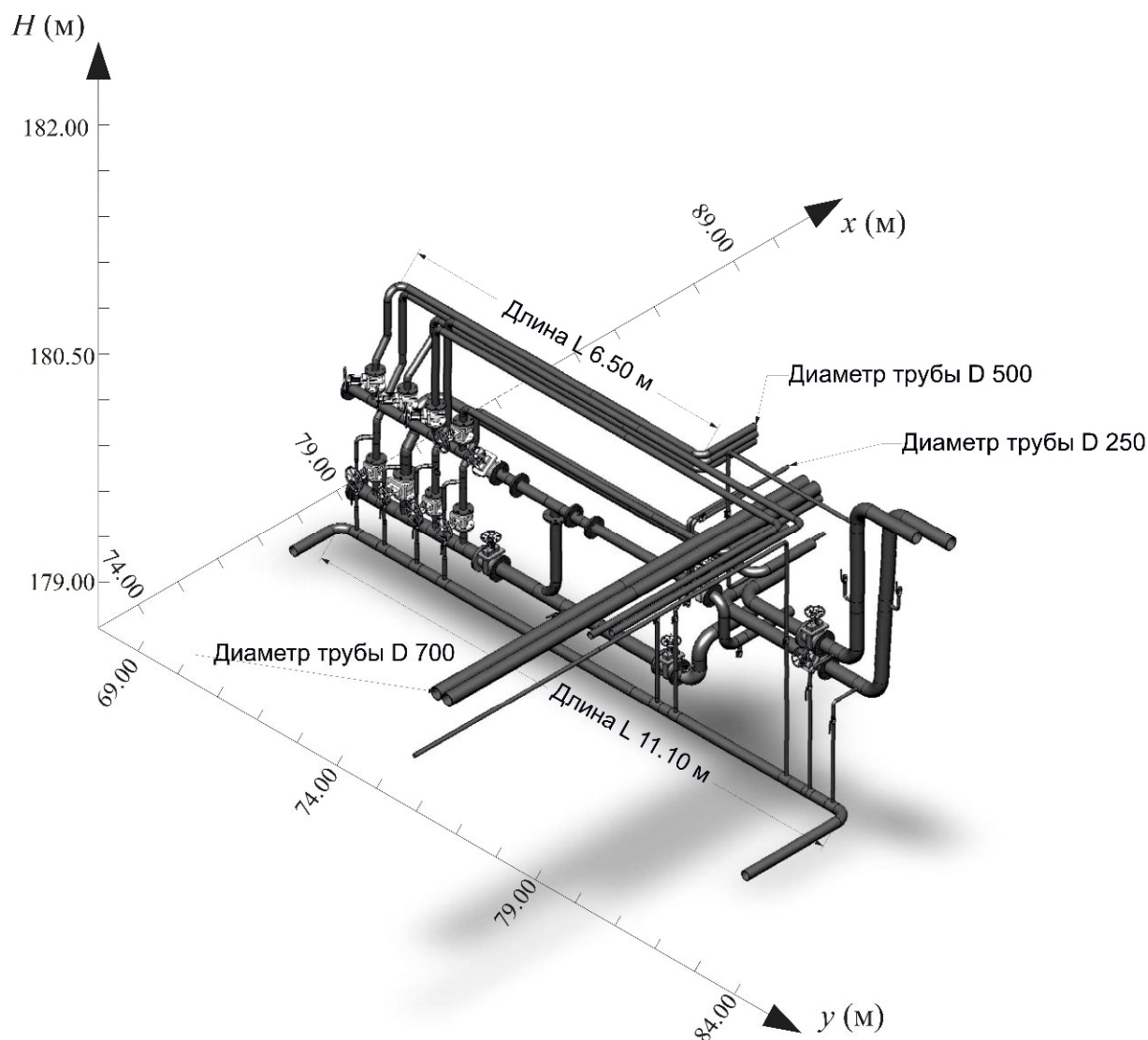


Рисунок 26 – 3D-модель ЛИС в плоской прямоугольной координатной системе, используемой при выполнении кадастровых работ, дополненной третьей координатой H

Одновременно с этим пространственные координаты ОКС вычислялись в координатной системе, принятой при проведении градостроительной деятельности, что позволило выполнить актуализацию сведений ГИСОГД и внести актуальные сведения о ЛИС на дежурный топографический план в векторном формате. Фрагмент дежурного топографического плана приведен в приложении В.

Результаты оценки точности по критериям (15) и (16) позволяют утверждать, что построенная 3D-модель ЛИС ($\Delta_1 = 2,1$ см и $\Delta_2 = 0,9$ см) соответствует по своим точностным параметрам требованиям как кадастровых, так и градостроительных работ.

По результатам 3D-моделирования был подготовлен технический план на данное инженерное сооружение, который в дальнейшем был использован для внесения актуальных и достоверных сведений в ЕГРН. Фрагмент технического плана представлен в приложении Г.

Следующим объектом для адаптации разработанной методики была выбрана трасса магистрального трубопровода «Сахалин – Хабаровск – Владивосток», фрагмент которого приведен на рисунке 27. Данный объект для адаптации предложенной методики выбран с целью проверки метрики координатного пространства, в котором были выполнены проектные работы по строительству такого протяженного линейного инженерного сооружения, на соответствие реальным размерам на физической поверхности Земли.

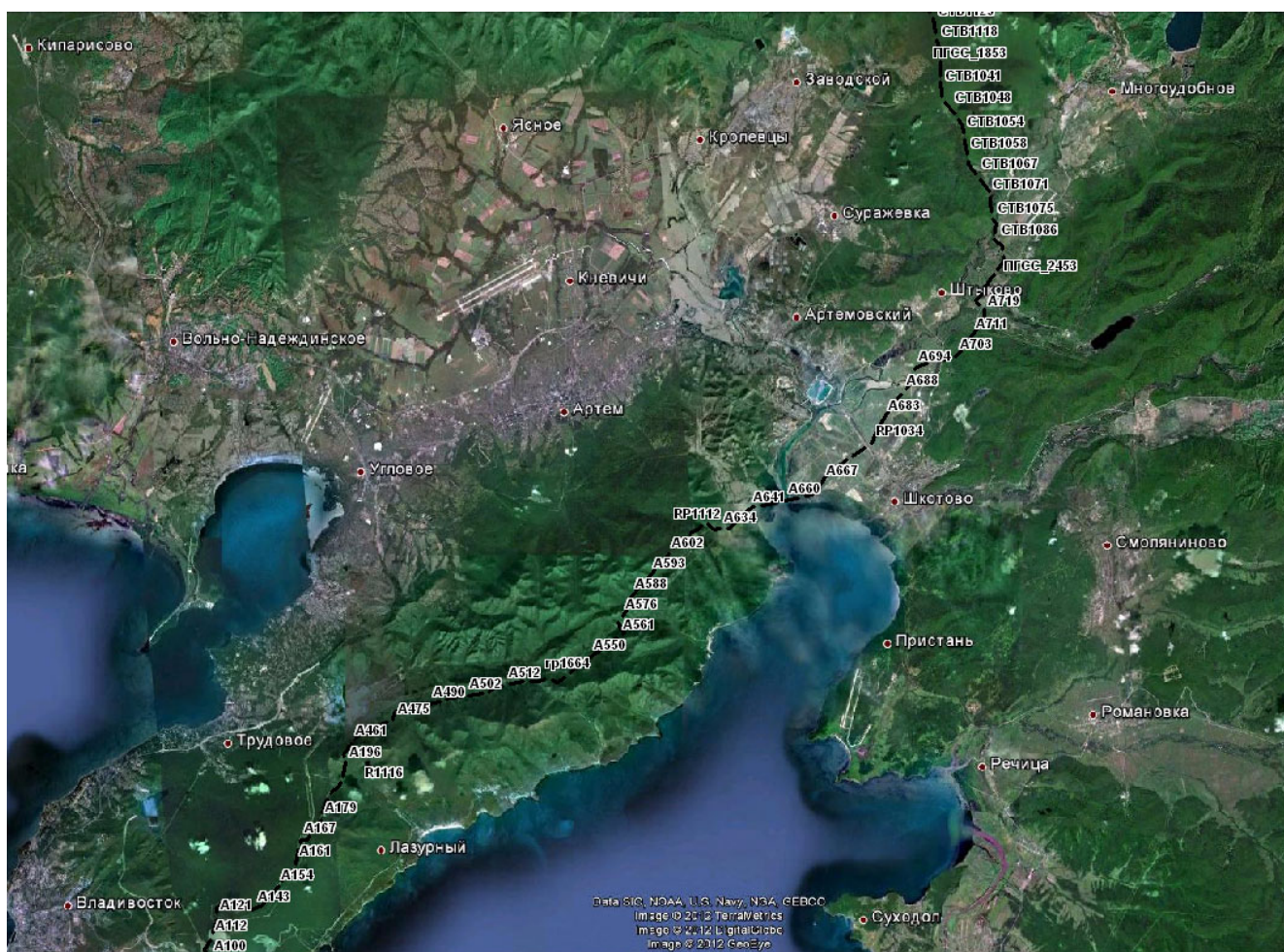


Рисунок 27 – Схема расположения фрагмента магистрального трубопровода «Сахалин – Хабаровск – Владивосток»

Для выполнения геодезических измерений по координированию характерных точек, закрепляющих на местности ось трассы данного линейного наземного инженерного сооружения, был выбран электронный тахеометр Topcon GRT-3505N с инструментальной точностью измерения, соответственно, углов и длин линий $m_{\beta} = 5''$ и $m_L = 0,5 \text{ см} + 0,2 \text{ см} \cdot L_{(\text{км})}$.

Пространственные координаты характерных точек и измеренные длины линий между ними приведены в приложении Е, а в таблице 5 представлены результаты математической обработки, в соответствии с предложенными принципами для 3D-моделирования.

Таблица 5 – Определение адекватности математической модели по третьему объекту исследования

| Пространственные параметры объекта исследования | | | | | |
|---|---------------------------|---------------------------|--------------------------|--|-------|
| Длины линий (м) | | | | Средние квадратические погрешности определения пространственных координат и высот в наиболее слабом мест трассы (см) | |
| $\Sigma S_{\text{ПЛОСК}}$ | $\Sigma S_{\text{ПРОСТ}}$ | $\Sigma L_{\text{ПЛОСК}}$ | $\Sigma L_{\text{НАКЛ}}$ | $m_{x,y}$ | m_H |
| 15 787,98 | 15 831,49 | 15 779,74 | 15 823,24 | 2,1 | 4,7 |

На основании полученных результатов математической обработки можно сделать следующие выводы:

- представление линейных параметров трассы газопровода в координатном пространстве формата 2D приводит к существенному занижению вычисленных линейных параметров относительно их фактических значений, так как на основании критерия $\Sigma S_{\text{ПЛОСК}}$ и $\Sigma S_{\text{ПРОСТ}}$ фактическая длина газопровода на 15 км превышает свое значение на плоскости на 43,51 м или в относительной мере $\Delta/\Sigma S_{\text{ПЛОСК}} = 1/370$, что, разумеется, является недопустимым значением при реализации проектных решений при строительстве и эксплуатации газопроводной инфраструктуры;

- соответствие метрики координатного пространства целям и задачам кадастровых и градостроительных работ выполнялось на основании критерия, основан-

ного на разности между измеренными длинами линий и их значениями, вычисленными в анализируемом координатном пространстве (СК) $\Sigma S_{\text{ПЛОСК}}$ и $\Sigma L_{\text{ПЛОСК}}$, который для данного фрагмента трассы составил 8,24 м, или в относительной мере $\Delta/\Sigma S_{\text{ПЛОСК}} = 1/2\ 000$, что также является недопустимым значением, намного превосходящим точность координатных определений.

3.4 Выводы по третьему разделу диссертационного исследования

Таким образом, апробирована методика информационного обеспечения выполнения кадастровых работ в отношении линейных инженерных сооружений наземного и подземного расположения с применением современных измерительных технологий. На основании выполненной апробации на трех производственных объектах следует сделать следующие выводы:

- реализация предложенной системы принципов 3D-моделирования позволяет в результате выполненных полевых координатных определений, в том числе и лазерного сканирования, получить актуальную и достоверную 3D-модель любого объекта недвижимости, в том числе и линейного, что обуславливает полноценное информационное обеспечение кадастровых работ;

- подтверждено, что при информационном обеспечении кадастровых работ основополагающим принципом, определяющим адекватность получаемой информации, является проверка метрики координатного пространства территориального образования на соответствие фактическим параметрам объектов недвижимости на физической поверхности Земли;

- доказано, что соответствие метрики координатного пространства наиболее целесообразно выполнять на основании сравнения измеренных длин линий между характерными точками, фиксирующими на местности контур инженерного сооружения, с их значениями, вычисленными в соответствующем координатном пространстве;

- на примере фрагмента газопровода «Сахалин – Хабаровск – Владивосток» показано, что в наибольшей степени отмеченный выше принцип относится к ли-

нейным инженерным сооружениям значительной протяженности, при этом ключевым параметром является удаление объекта от осевого меридиана в плоской прямоугольной системе координат в проекции Гаусса – Крюгера;

– установлено, что с наименьшая трудоемкость формирования 3D-модели инженерного сооружений будет для варианта, когда в качестве координатного пространства территориального образования будет использоваться плоская прямоугольная координатная система с учетом третьей координаты H ;

– для получения необходимой точности формируемой 3D-модели ЛИС и возможности ее использования как для кадастровых, так и, что очень важно, для градостроительных работ, точность применяемого измерительного технологического оборудования должна обеспечивать нормативные СКП определения местоположения объектов недвижимости, определенные действующим законодательством РФ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполненных теоретических и экспериментальных исследований достигнута цель диссертационной работы: разработана методика информационного обеспечения кадастровых работ в отношении линейных наземных и подземных инженерных сооружений.

Основные научные и практические результаты заключаются в решении следующих основных научно-технических вопросов:

- выполнен информационно-аналитический обзор существующих методик и технологий по выполнению кадастровых работ в отношении линейных наземных и подземных инженерных сооружений, который позволил определить существующие проблемы в области информационного обеспечения кадастровых работ и сформулировать цель и основные научно-технические задачи диссертационного исследования;

- предложена система принципов для 3D-моделирования линейных наземных и подземных инженерных сооружений, основанная на выборе метрики координатного пространства территориального образования и используемого измерительного технологического оборудования, исходя из поставленных задач при реализации кадастровой и градостроительной деятельности;

- разработан алгоритм 3D-моделирования по результатам координатных определений характерных точек, позволяющий определять пространственные параметры линейных наземных и подземных инженерных сооружений, оценивать точность получаемых результатов и формировать технический план инженерного сооружения в формате 3D;

- разработана методика информационного обеспечения кадастровых работ на основании предложенной системы принципов и алгоритма 3D-моделирования линейных наземных и подземных инженерных сооружений, которая позволяет увеличить полноту и повысить достоверность кадастровой информации о линейных наземных и подземных инженерных сооружениях за счет выбора системы коорди-

нат и измерительного технологического оборудования, а также использовать созданную математическую модель для градостроительной деятельности и формирования 3D-модели территориального образования;

– выполнена апробация разработанной методики информационного обеспечения кадастровых работ в отношении линейных наземных и подземных инженерных сооружений на примерах сооружений трубопроводного транспорта газоснабжения, расположенных на территориях Томской области и Дальнего Востока, на основании которой было установлено, что построенная с использованием предложенных принципов 3D-модель линейных наземных и подземных инженерных сооружений соответствует требованиям информационного обеспечения как кадастровых, так и градостроительных работ.

Результаты диссертационного исследования рекомендуются к использованию кадастровыми инженерами при выполнении кадастровых работ, в отношении линейных наземных и подземных инженерных сооружений, а также в организациях, осуществляющих градостроительную и кадастровую деятельность.

Перспективы дальнейших исследований по данному направлению заключаются в интеграции разработанной методики в технологическую схему формирования 3D-модели территориальных образований Российской Федерации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Аврунев, Е. И. Геодезическое обеспечение кадастровых работ : монография / Е. И. Аврунев, С. Р. Горобцов. – Новосибирск : СГУГиТ, 2021. – 212 с. – Текст : непосредственный.

2 Аврунев, Е. И. Принципы формирования единого геопространства территорий / Е. И. Аврунев, А. П. Карпик, В. А. Мелкий. – Текст : непосредственный // Проблемы геологии и освоения недр. Труды XXIII Международного симпозиума им. академика М. А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 120-летию со дня рождения академика К. И. Сатпаева, 120-летию со дня рождения профессора К. В. Радугина. – 2019. – С. 428–429.

3 Аврунев, Е. И. Проектирование и уравнивание пространственных геодезических построений, предназначенных для создания трехмерного кадастра / Е. И. Аврунев, А. И. Гиниятов, А. И. Каленицкий. – Текст : непосредственный // Вестник СГУГиТ. – 2021. – Т. 26, № 5. – С. 126–134. – DOI 10.33764/2611-1759-2021-26-5-126-134.

4 Аврунев, Е. И. Разработка принципов для 3D-моделирования линейных сооружений и инженерной инфраструктуры территориального образования / Е. И. Аврунев, Н. В. Гатина, М. В. Козина. – Текст : непосредственный // Вестник СГУГиТ. – 2022. – Т. 27, № 1. – С. 107–115. – DOI 10.33764/2411-1759-2022-27-1-107-115.

5 Аврунев, Е. И. Технологические решения по устранению недостоверной кадастровой информации в Едином государственном реестре недвижимости / Е. И. Аврунев, М. П. Дорош. – Текст : непосредственный // Регулирование земельно-имущественных отношений в России: правовое и геопространственное обеспечение, оценка недвижимости, экология, технологические решения : сб. материалов Национальной научно-практической конференции, 14–15 декабря 2017 г., Новосибирск. В 2 ч. Ч. 1. – Новосибирск : СГУГиТ, 2018. – С. 3–9.

6 Алтынцев, М. А. Методика создания цифровых трехмерных моделей объектов инфраструктуры нефтегазодобывающих комплексов с применением наземного лазерного сканирования / М. А. Алтынцев, П. А. Карпик. – Текст : непосредственный // Вестник СГУГиТ. – 2020. – Т. 25, № 2. – С. 121–139.

7 Алтынцев, М. А. Применение технологии лазерного сканирования для моделирования объектов недвижимости в 3D-кадастре / М. А. Алтынцев, А. В. Чернов. – Текст : непосредственный // Геодезия и картография. – 2018. – Т. 79, № 9. – С. 52–63.

8 Анализ напряженно-деформированного состояния прожекторной мачты по данным наземного лазерного сканирования / К. К. Манабаев, М. С. Павлов, О. В. Павлов [и др.]. – Текст : непосредственный // Известия высших учебных заведений. Физика. – 2014. – Т. 57. – № 9-3. – С. 152–156.

9 Басова, И. А. К вопросу правового регулирования землепользования при строительстве, реконструкции и эксплуатации протяженных линейных объектов / И. А. Басова. – Текст : непосредственный // Кадастр недвижимости и мониторинг природных ресурсов : 5-я Всерос. научно-техн. интернет-конф. – 2015. – С. 55–58.

10 Басова, И. А. Кадастр и геоинформационные технологии / И. А. Басова, К. В. Кращенко. – Текст : непосредственный // Социально-экономические и экологические проблемы горной промышленности, строительства и энергетики. 11-я Международная конференция по проблемам горной промышленности, строительства и энергетики : материалы конференции. – Тула : ТулГУ, 2015. – С. 428–440.

11 Бойко, Т. А. Повышение качества кадастровой деятельности в результате работы контрольного и дисциплинарного органов саморегулируемой организации кадастровых инженеров. Примеры рассмотрения дисциплинарных дел и применения мер дисциплинарного воздействия / Т. А. Бойко. – Текст : непосредственный // Кадастр недвижимости. – 2019. – № 1 (54). – С. 85–92.

12 Бойков, В. Н. Приоритетные направления развития государственного кадастра недвижимости / В. Н. Бойков, В. К. Попов, Н. И. Калачева. – Текст : электронный. – 2015. – URL: <http://www.science-education.ru/en/article/view?id=18636>.

13 Варламов, А. А. Земельный кадастр. Т. 6. Географические и земельные информационные системы / А. А. Варламов, С. А. Гальченко. – Москва : КолосС, 2005. – 400 с. – Текст : непосредственный.

14 Варламов, А. А. Кадастровая деятельность : учебник / А. А. Варламов, С. А. Гальченко, Е. И. Аврунев ; под общ. ред. А. А. Варламова. – 2-е изд., доп. – Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2017. – 280 с. – Текст : непосредственный.

15 Варламов, А. А. Проблемы развития кадастровых систем в Российской Федерации / А. А. Варламов, Л. А. Гатауллина. – Текст : электронный. – 2015. – URL: <http://www.center-bereg.ru/i72.html>.

16 Верхотуров, А. А. Геоинформационное обеспечение прогнозирования зон затоплений на Юге Сахалина / А. А. Верхотуров, В. А. Мелкий. – Текст : непосредственный // Вестник СГУГиТ. – 2021. – Т. 26, № 2. – С. 115–126. – DOI 10.33764/2411-1759-2021-26-2-115-126.

17 Верхотуров, А. А. Математическая основа карт комплексного геоэкологического атласа Сахалинской области / А. А. Верхотуров. – Текст : непосредственный // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2014. – № 6. – С. 54–57.

18 Викторова, Л. А. Инженерные сооружения как элементы архитектурной среды / Л. А. Викторова. – Текст : непосредственный // Архитектура и современные информационные технологии. – 2011. – № 1 (14). – С. 1–5.

19 Вылегжанина, В. В. Межведомственное информационное взаимодействие в рамках нового законодательства в учетно-регистрационной сфере / В. В. Вылегжанина. – Текст : непосредственный // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2017. XIII Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Экономическое развитие Сибири и Дальнего Востока. Экономика природопользования, землеустройство, лесоустройство, управление недвижимостью» : сб. материалов

в 2 т. (Новосибирск, 17–21 апреля 2017 г.). – Новосибирск : СГУГиТ, 2017. Т. 2. – С. 101–106.

20 Гаврюшина, Н. В. Аналитический обзор систем 3D-кадастра недвижимости // Н. В. Гаврюшина. – Текст : непосредственный // 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. 46–50.

21 Гатина, Н. В. Анализ применения трехмерных кадастровых систем зарубежных стран / Н. В. Гатина, М. В. Козина, Н. В. Гусева. – Текст : непосредственный // Регулирование земельно-имущественных отношений в России: правовое и геопространственное обеспечение, оценка недвижимости, экология, технологические решения : сб. материалов III Национальной научно-практической конференции, 27–29 ноября 2019 г., Новосибирск. В 2 ч. Ч. 1. – Новосибирск : СГУГиТ, 2020. – С. 205–210. – DOI 10.33764/2687-041X-2020-1-205-210.

22 Гатина, Н. В. Представление подземного пространства в открытых информационных системах / Н. В. Гатина. – Текст : непосредственный // Интерэкспо ГЕО-Сибирь. XV Междунар. науч. конгр.: Междунар. науч. конф. «Экономическое развитие Сибири и Дальнего востока. Экономика природопользования, землеустройство, лесоустройство, управление недвижимостью»: сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 24–26 апреля 2019 г.) – Новосибирск : СГУГиТ, 2019. Т. 2, № 2. – С. 207–214.

23 Гатина, Н. В. Пути развития государственных геоинформационных систем для решения задач территориального управления в едином информационном пространстве / Н. В. Гатина, М. В. Козина. – Текст : непосредственный // Материалы национальной научно-практической конференции «Дальний Восток: Проблемы развития архитектурно-строительного и дорожно-транспортного комплекса». – Хабаровск, 2019. – Вып. 19. – С. 252–256.

24 Гатина, Н. В. Современные задачи развития государственных информационных систем обеспечения градостроительной деятельности / Н. В. Гатина, М. В. Козина. – Текст : непосредственный // Труды XXIV Международного симпозиума имени академика М. А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 75-летию Победы в Великой Отечественной войне. – Томск, 2020. – Т. 1. – С. 425–427.

25 Геопортал инфраструктуры пространственных данных РФ. – Текст : электронный. – URL: <http://nsdi.ru/geoportal/catalog/main/home.page>.

26 Горобцов, С. Р. Информационная система обеспечения градостроительной деятельности как инструмент для повышения качества управленческой деятельности в органах архитектуры и градостроительства / С. Р. Горобцов. – Текст : непосредственный // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2013. IX Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 3 т. (Новосибирск, 15–26 апреля 2013 г.). – Новосибирск : СГГА, 2013. Т. 2. – С. 24–27.

27 Горобцов, С. Р. Применение 3D технологий для корректного учета объектов недвижимости / С. Р. Горобцов. – Текст : непосредственный // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2015 : Междунар. науч. конгр. – Новосибирск : СГГА, 2015. – Т. 3. – С. 127–133.

28 Государственные учетные системы по управлению и развитию территорий Российской Федерации (кадастры, реестры, регистры) : учебное пособие / А. П. Сизов, Т. В. Илюшина, Т. К. Колевид, И. В. Кругликова, А. М. Лелюхина, О. В. Миклашевская, В. В. Моисеева / под ред. А. П. Сизова. – Москва : КноРус, 2016. – 207 с. – ISBN 978-5-406-04978-5. – Текст : непосредственный.

29 Градостроительный Атлас города Томска. – URL: <https://map.admtomsk.ru/>. – Текст : электронный.

30 Градостроительный кодекс Российской Федерации : федер. закон от 29.12.2004 № 190-ФЗ. – URL: <http://www.consultant.ru>. – Текст : электронный.

31 Долгополов, Д. В. Геоинформационное обеспечение безопасной эксплуатации трубопроводного транспорта / Д. В. Долгополов, В. А. Мелкий, А. А. Верхогуров. – Текст : непосредственный // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2021. – Т. 332. – № 12. – С. 52-63. – DOI 10.18799/24131830/2021/12/3028.

32 Дубровский, А. В. Геоинформационные системы: управление и навигация : учебно-методическое пособие / А. В. Дубровский. – Новосибирск : СГГА, 2013. – 96 с. – Текст : непосредственный.

33 Дубровский, А. В. Совершенствование методической основы государственной кадастровой оценки объектов жилого фонда / А. В. Дубровский, В. А. Махт, Е. А. Козочкина. – Текст : непосредственный // Вестник СГУГиТ. – 2017. – Т. 22, № 4. – С. 136–147.

34 Дудинова, О. С. Основные подходы к формированию сведений о едином недвижимом комплексе в учетно-регистрационной системе объектов недвижимости / О. С. Дудинова. – Текст : непосредственный // Вестник СГУГиТ. – 2017. – Т. 22, № 2. – С. 193–198.

35 Дудинова, О. С. Технический и кадастровый учет инфраструктурных объектов недвижимости / О. С. Дудинова. – Текст : непосредственный // Интерэкспо ГЕО-Сибирь. XV Междунар. науч. конгр., 24–26 апреля 2019 г., Новосибирск : сб. материалов в 9 т. Т. 3 : Междунар. науч. конф. «Экономическое развитие Сибири и Дальнего Востока. Экономика природопользования, землеустройство, лесоустройство, управление недвижимостью». – Новосибирск : СГУГиТ, 2019. № 1. – С. 102–108.

36 Епифанова, Е. А. Определение деформаций стального вертикального цилиндрического резервуара объемом $v = 10\,000\text{ м}^3$ для нефти с применением наземного лазерного сканирования / Е. А. Епифанова. – Текст : непосредственный // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2020. – Т. 331. – № 11. – С. 78–87. – DOI 10.18799/24131830/2020/11/2887.

37 Ершов, А. В. Применение ГИС-технологий для мониторинга использования земель / А. В. Ершов, Е. С. Троценко, А. Я. Панова. – Текст : непосредственный // Регулирование земельно-имущественных отношений в России: правовое и геопространственное обеспечение, оценка недвижимости, экология, технологические решения : сб. материалов Национальной научно-практической конференции, 14–15 декабря 2017 г., Новосибирск. В 2 ч. Ч. 2. – Новосибирск : СГУГиТ, 2018. – С. 126–129.

38 Земельный кодекс Российской Федерации : федер. закон от 25.10.2001 № 136-ФЗ. – URL: <http://www.consultant.ru>. – Текст : электронный.

39 Избранные проблемы и перспективные вопросы землеустройства, кадастров и развития территорий : коллективная монография / А. П. Сизов, В. В. Абросимов, Е. И. Аврунев, О. М. Антонова, С. А. Атаманов, И. А. Басова и др. – Москва : Русайнс, 2018. – 262 с. – Текст : непосредственный.

40 Инструкция по межеванию земель. – URL: <http://www.consultant.ru>. – Текст : электронный.

41 Инструкция по топографической съемке в масштабе 1 : 5 000, 1 : 2 000, 1 : 1 000 и 1 : 500. Главное управление геодезии и картографии при Совете Министров СССР. – Москва : Недра, 1985. – 150 с. – Текст : непосредственный.

42 Информационные ресурсы государственного кадастра недвижимости и территориального планирования в пространственном развитии государства : монография / Н. И. Бурмакина, А. В. Илющин, Т. В. Илюшкина и др. ; под. ред. А. П. Сизова. – Москва : Русайнс, 2016. – 86 с. – Текст : непосредственный.

43 Кадастр недвижимости / А. А. Варламов, С. А. Гальченко, Д. В. Антропов, С. Г. Кузнецова, Д. С. Валиев. – Москва : ГУЗ, 2016. – 190 с. – Текст : непосредственный.

44 Капустин, В. Г. ГИС-технологии как инновационное средство развития географического образования в России // В. Г. Капустин. – Текст : непосредственный // Журнал «Педагогическое образование в России». – 2009. – № 3. – С. 68–76.

45 Карпик, А. П. Анализ состояния и проблемы геоинформационного обеспечения территорий // А. П. Карпик. – Текст : непосредственный // Известия вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2014. – № 4/С. – С. 3–7.

46 Карпик, А. П. Методологические и технологические основы геоинформационного обеспечения территорий : монография / А. П. Карпик. – Новосибирск : СГГА, 2004. – 260 с. – Текст : непосредственный.

47 Карпик, А. П. Основные принципы формирования единого геоинформационного пространства территорий / А. П. Карпик, Д. В. Лисицкий. – Текст : непосредственный // ГЕО-Сибирь-2011. VII Междунар. научн. конгр. : Пленарное заседание : сб. материалов (Новосибирск, 19–29 апреля 2011 г.). – Новосибирск : СГГА, 2011. – С. 19–24.

48 Карпик, А. П. Совершенствование модели ведения государственного кадастра недвижимости в России / А. П. Карпик, Д. Н. Ветошкин, О. П. Архипенко. – Текст : непосредственный // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 3 (23). – С. 53–59.

49 Карпик, А. П. Управление территорией в геоинформационном дискурсе : монография / А. П. Карпик, А. Г. Осипов, П. П. Мурзинцев. – Новосибирск : СГГА, 2010. – 280 с. – Текст : непосредственный.

50 Картозия, Б. А. Освоение подземного пространства крупных городов. Новые тенденции / Б. А. Картозия. – Текст : непосредственный // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2015. – № S1. – С. 615–630.

51 Карфидова, Е. А. Методологические подходы к оценке риска негативных геологических процессов на основе взаимодействия земельно-имущественных и градостроительных информационных систем / Е. А. Карфидова, А. П. Сизов. – Текст : непосредственный // Материалы 9-й Международной научно-практической конференции «ГЕОРИСК-2015» (12–14 октября 2015 г., Москва). – Москва : Российский университет дружбы народов, 2015. – С. 183–188.

52 Козочкина, Е. А. Особенности расчета кадастровой стоимости земель населенных пунктов (на примере Омской области) / Е. А. Козочкина. – Текст : непо-

средственный // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. – 2012. – № 9. – С. 51–55.

53 Комиссаров, А. В. Автоматизированные технологии сбора и обработки пространственных данных : учебник / А. В. Комиссаров, Е. Н. Кулик. – Новосибирск : СГУГиТ, 2016. – 306 с. – Текст : непосредственный.

54 Комиссаров, Д. В. Априорная оценка точности результатов наземного лазерного сканирования для топографической съемки / Д. В. Комиссаров, А. В. Середович. – Текст : непосредственный // ГЕО-Сибирь-2007. Т. 1. Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия. Ч. 2: сб. матер. III Междунар. научн. конгресса «ГЕО-Сибирь», 25–27 апреля 2007 г., Новосибирск. – Новосибирск: СГГА, 2007. – С. 134–137.

55 Комиссаров, Д. В. Технология топографической съемки технологических объектов с применением наземного лазерного сканирования / Д. В. Комиссаров, А. В. Середович, О. А. Дементьева. – Текст : непосредственный // ГЕО-Сибирь-2005. Т. 1. Геодезия, картография, маркшейдерия: Сб. материалов науч. конгр. «Гео-Сибирь-2005», 25–29 апр., 2005 г., г. Новосибирск. – Новосибирск: СГГА, 2005. – С. 225–228.

56 Коняева, А. Г. Значение качества кадастровой информации и ее развитие в современной России / А. Г. Коняева, А. П. Сизов. – Текст : непосредственный // Использование и охрана природных ресурсов в России. – 2011. – № 3. – С. 21–24.

57 Кудж, С. А. Развитие геоинформационного моделирования / С. А. Кудж, В. Я. Цветков. – Текст : непосредственный // Геодезия и картография. – 2014. – № 3. – С. 51–56.

58 Лисицкий, Д. В. Пространственная локализация и правила цифрового описания объектов в трехмерном картографировании / Д. В. Лисицкий, А. Т. Нгуен. – Текст : непосредственный // Известия вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2013. – № 4. – С. 190–195.

59 Лисицкий, Д. В. Теоретические основы трехмерного кадастра объектов недвижимости / Д. В. Лисицкий, А. В. Чернов. – Текст : непосредственный // Вестник СГУГиТ. – 2018. – Т. 23, № 2. – С. 153–170.

60 Лойко, П. Ф. Землепользование: Россия, мир (взгляд в будущее) : монография. В 2 кн. / П. Ф. Лойко. – Москва : Гос. ун-т по землеустройству, 2009. – Кн. 1. – 330 с. – Текст : непосредственный.

61 Лойко, П. Ф. Землепользование: Россия, мир (взгляд в будущее) : монография. В 2 кн. / П. Ф. Лойко. – Москва : Гос. ун-т по землеустройству, 2009. – Кн. 2. – 360 с. – Текст : непосредственный.

62 Лойко, П. Ф. О совершенствовании системы управления землепользованием и развитии территориального кадастра в Российской Федерации / П. Ф. Лойко. – Текст : непосредственный // Имущественные отношения в Российской Федерации. – 2012. – № 3. – С. 6–18.

63 Макаров, В. З. География и геоинформатика – совместный прорыв в будущее / В. З. Макаров, И. В. Пролеткин, А. Н. Чумаченко. – Текст : электронный // Журнал «География». – 2001. – № 2. – URL: <http://geo.1sep.ru/article.php?ID=200100202> (дата обращения 30.04.2021).

64 Мангушев, Р. А. Инженерно-геотехнические изыскания при строительстве и реконструкции в условиях плотной городской застройки / Р. А. Мангушев, В. В. Конюшков, Д. А. Сапин. – Текст : непосредственный // Промышленное и гражданское строительство. – 2016. – № 5. – С. 47–54.

65 Методологические принципы системы точной спутниковой навигации подвижных объектов с использованием наземной инфраструктуры ГЛОНАСС / А. П. Карпик, И. Г. Ганагина, Д. Н. Голдобин, Н. С. Косарев. – Текст : непосредственный // Известия вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2014. – № 5. – С. 69–74.

66 Москвин, В. Н. Государственные и рыночные механизмы формирования оценочных показателей недвижимости на основе положений ГЗК / В. Н. Москвин, А. Т. Берестенов. – Текст : непосредственный // Геодезия и картография. – 2008. – № 2. – С. 65–68.

67 Наземное лазерное сканирование прожекторной мачты / Е. В. Токмаков, О. В. Павлов, К. К. Манабаев [и др.]. – Текст : непосредственный // Известия высших учебных заведений. Физика. – 2014. – Т. 57. – № 9-3. – С. 243–246.

68 Ноздрачев, В. А. Совершенствование методики кадастрового учета объектов капитального строительства наземного транспорта / В. А. Ноздрачев. – Текст : непосредственный // Известия вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2016. – № 6. – С. 43–49.

69 О государственной регистрации недвижимости : федер. закон от 13.07.2015 № 218-ФЗ. – URL: <http://www.consultant.ru>. – Текст : электронный.

70 О государственной регистрации прав на недвижимое имущество и сделок с ним : федер. закон от 21.07.1997 № 122-ФЗ (последняя редакция). – URL: <http://www.consultant.ru>. – Текст : электронный.

71 О государственном земельном кадастре и регистрации документов о правах на недвижимость : указ Президента Российской Федерации от 11.12.1993 № 2130. – URL: <http://www.consultant.ru>. – Текст : электронный.

72 О земельной реформе : закон РСФСР от 23.11.1990 № 374-1 (ред. от 28.04.1993). – URL: <http://www.consultant.ru>. – Текст : электронный.

73 О кадастровой деятельности : федер. закон от 24.07.2007 № 221-ФЗ. – URL: <http://www.consultant.ru>. – Текст : электронный.

74 О крестьянском (фермерском) хозяйстве : закон РСФСР от 22.11.1990 № 348-1. – URL: <http://www.consultant.ru>. – Текст : электронный.

75 О некоторых результатах выявления реестровых ошибок, препятствующих государственной регистрации прав / И. Т. Антипов, К. М. Антонович, Г. Г. Асташенков, В. В. Вылегжанина, И. А. Гиниятов. – Текст : непосредственный // Вестник СГУГиТ. – 2018. – Т. 23, № 2. – С. 143–152.

76 О собственности в СССР : закон от 06.03.1990 № 1305-1. – URL: <http://www.consultant.ru>. – Текст : электронный.

77 О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы : указ Президента РФ от 09.05.2017 № 203 // Собрание за-

конодательства РФ. – 2006. – № 35. – Ст. 3775. – URL: <http://www.consultant.ru>. – Текст : электронный.

78 Об информации, информационных технологиях и о защите информации : федер. закон от 27.07.2006 № 149-ФЗ. – URL: <http://www.consultant.ru>. – Текст : электронный.

79 Об установлении требований к формату документов, представляемых в электронном виде в процессе информационного взаимодействия при ведении государственного кадастра недвижимости : приказ Минэкономразвития России от 20.10.2010 № 503. – URL: <http://www.consultant.ru>. – Текст : электронный.

80 Об утверждении инструкции «О порядке регистрации строений в городах, рабочих, дачных и курортных поселках РСФСР» : приказ Министерства Коммунального хозяйства РСФСР от 25.12.1945. – URL: <http://www.consultant.ru>. – Текст : электронный.

81 Об утверждении инструкции «О порядке регистрации строений в городах, рабочих, дачных и курортных поселках РСФСР» : приказ Министерства Коммунального хозяйства РСФСР от 21.02.1968 № 83. – URL: <http://www.consultant.ru>. – Текст : электронный.

82 Об утверждении перечня случаев, при которых для строительства, реконструкции линейного объекта не требуется подготовка документации по планировке территории, перечня случаев, при которых для строительства, реконструкции объекта капитального строительства не требуется получение разрешения на строительство, внесении изменений в перечень видов объектов, размещение которых может осуществляться на землях или земельных участках, находящихся в государственной или муниципальной собственности, без предоставления земельных участков и установления сервитутов, и о признании утратившими силу некоторых актов Правительства Российской Федерации : постановление Правительства РФ от 12.11.2020 № 1816. – URL: <http://www.consultant.ru>. – Текст : электронный.

83 Об утверждении правил ведения Единого государственного реестра прав на недвижимое имущество и сделок с ним, состава номера регистрации, порядка присвоения при проведении государственной регистрации прав на недвижимое имущество и сделок с ним объектам недвижимого имущества условных номеров, которым в установленном законодательством Российской Федерации порядке не присвоен кадастровый номер, форм свидетельства о государственной регистрации права и специальной регистрационной надписи на документах, требований к заполнению свидетельства о государственной регистрации прав и специальной регистрационной надписи, а также требований к формату специальной регистрационной надписи в электронной форме : приказ Минэкономразвития России от 23.12.2013 № 765 (ред. от 26.03.2015). – URL: <http://www.consultant.ru>. – Текст : электронный.

84 Об утверждении требований к точности и методам определения координат характерных точек границ земельного участка, требований к точности и методам определения координат характерных точек контура здания, сооружения или объекта незавершенного строительства на земельном участке, а также требований к определению площади здания, сооружения, помещения, машино-места : приказ Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии от 23.10.2020 № П/0393. – URL: <http://www.consultant.ru>. – Текст : электронный.

85 Об утверждении Федеральной целевой программы «Развитие единой государственной системы регистрации прав и кадастрового учета недвижимости (2014–2020 годы)» : постановление Правительства РФ от 10.10.2013 № 903 (ред. от 04.12.2018). – URL: <http://www.consultant.ru>. – Текст : электронный.

86 Об утверждении Федеральной целевой программы «Создание автоматизированной системы ведения государственного земельного кадастра» : постановление Правительства РФ от 03.08.1996 № 932 (ред. от 30.12.2000). – URL: <http://www.consultant.ru>. – Текст : электронный.

87 Об утверждении Федеральной целевой программы «Создание автоматизированной системы ведения государственного земельного кадастра и государственного учета объектов недвижимости (2002–2008 годы)» : постановление Правительства РФ от 25.10.2001 № 745 (ред. от 10.03.2009). – URL: <http://www.consultant.ru>. – Текст : электронный.

88 Об утверждении формы технического плана и требований к его подготовке, состава содержащихся в нем сведений, а также формы декларации об объекте недвижимости, требований к ее подготовке, состава содержащихся в ней сведений : приказ Минэкономразвития России от 18.12.2015 № 953. – URL: <http://www.consultant.ru>. – Текст : электронный.

89 Обзор зарубежного и отечественного опыта ведения трехмерного кадастра / Т. А. Гура, Т. А. Туров, Д. А. Гура, Г. Г. Шевченко. – Текст : непосредственный // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. – 2017. – № 4. – С. 297–308.

90 Основы кадастра недвижимости : учебное пособие для вузов / А. П. Сизов, А. Е. Алтынов, С. А. Атаманов, С. А. Григорьев, В. В. Голубев. – Москва : Изд-во МИИГАиК, 2013. – 391 с. – Текст : непосредственный.

91 Официальный сайт Росреестра. – URL: <https://rosreestr.ru/wps/portal/>. – Текст : электронный.

92 Пархоменко, Д. В. Лазерное сканирование в государственном кадастре недвижимости: технологические и правовые аспекты / Д. В. Пархоменко, И. В. Пархоменко. – Текст : непосредственный // Вестник СГУГиТ. – 2016. – Вып. 1 (33). – С. 114–124.

93 Подпрограмма «Создание системы кадастра недвижимости (2006–2012 годы)». – URL: <https://docs.cntd.ru/document/901947820>. – Текст : электронный.

94 Попов, В. К. Вопросы планирования и формирования инженерной инфраструктуры на территории г. Томска в условиях реформирования земельного законодательства / В. К. Попов, К. В. Студенова, М. В. Козина. – Текст : непосредственный.

ный // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2018. – Т. 329, № 5. – С. 99–107.

95 Преимущества метода перед другими способами съемки : официальный сайт компании НПП «Геокосмос». – Режим доступа: <http://www.geokosmos.ru>. – Текст : электронный.

96 Проблемы ведения государственного кадастра недвижимости, кадастровые ошибки / К. М. Антонович, А. И. Каленицкий, Е. И. Аврунев, В. Н. Ключищенко. – 2015. – URL: <http://vipisca.ru/2015/02/kadaastrovye-oshibki.html>. – Текст : электронный.

97 Проблемы информационного обеспечения инженерных коммуникаций в условиях цифровизации сферы земельно-имущественных градостроительных отношений / Н. В. Гатина, М. В. Козина, К. В. Соина, Е. И. Аврунев, С. В. Пьянков. – Текст : непосредственный // Вестник СГУГиТ. – 2021. – Т. 26, № 6. – С. 117–128.

98 Раклов, В. П. Географические информационные системы в тематической картографии : учебное пособие / В. П. Раклов. – Москва : ГУЗ, 2014. – Текст : непосредственный.

99 Российско-нидерландский проект «Создание модели трехмерного кадастра объектов недвижимости в России» // Вестник Росреестра. – 2012. – № 3 (13). – С. 74–76.

100 Рыльский, И. А. Наземные лазерные методы – новые подходы к информационному обеспечению географических исследований / И. А. Рыльский, М. С. Малеванная. – Текст : непосредственный // Геодезия и картография. – 2014. – № 8. – С. 38–48.

101 Семенова, О. С. Типология подземных объектов транспортной инфраструктуры в контексте мирового опыта освоения подземного пространства / О. С. Семенова, С. А. Коломасова, С. В. Овчинников. – Текст : непосредственный // Наука и образование в современном обществе: вектор развития сборник научных

трудов по материалам международной научно-практической конференции: в 7 частях. – 2014. – С. 136–142.

102 Середович, А. В. Методика топографической съемки застроенных территорий с применением наземного лазерного сканирования / А. В. Середович. – Текст : непосредственный // Известия вузов. Горный журнал. – Екатеринбург, 2004. – № 6. – С. 3–8.

103 Середович, А. В. Построение цифровых топографических планов объектов нефтедобычи с применением наземного лазерного сканирования / А. В. Середович. – Текст : непосредственный // ГЕО-Сибирь-2006. Т. 1. Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия. Ч. 2: сб. материалов науч. конгр. «ГЕО-Сибирь- 2006», 24–28 апреля 2006 г., Новосибирск. – Новосибирск: СГГА, 2006. – С. 145–149.

104 Середович, В. А. Состояние, проблемы и перспективы применения технологии наземного лазерного сканирования / В. А. Середович, Д. В. Комиссаров. – Текст : непосредственный // ГЕО-Сибирь-2005. Т. 5. Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия: сб. материалов науч. конгр. «ГЕО-Сибирь-2005», 25–29 апреля 2005 г., Новосибирск. – Новосибирск: СГГА, 2005. – С. 193–197.

105 Системы лазерного сканирования – MENS I GS200 : официальный сайт компании НПП «Навгеоком». – URL: <http://www.agp.ru>. – Текст : электронный.

106 Современные автоматизированные технологии в кадастре недвижимости / И. А. Басова, Е. О. Липская, Е. А. Устинова, В. В. Чекулаев. – Текст : непосредственный // Наука и образование в XXI веке : сб. науч. тр. по материалам Междунар. научно-практ. конф. в 17 ч. – 2014. – С. 20–22.

107 СП 131.13330.2011. Строительная климатология СНиП 23-01-99*. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200004395>. – Текст : электронный.

108 СП 14.13330.2010. Строительство в сейсмических районах СНиП II-7-81*. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200000291>. – Текст : электронный.

109 СП 317.1325800.2017. Свод правил инженерно-геодезические изыскания для строительства. – URL: <http://www.consultant.ru>. – Текст : электронный.

110 СП 317.13258000.2017. Инженерно-геодезические изыскания для строительства. Общие правила производства работ. – URL: [http:// docs.cntd.ru/document/556610334](http://docs.cntd.ru/document/556610334). – Текст : электронный.

111 СП 42.13330.2011. Градостроительство, планировка и застройка городских и сельских поселений. Актуализированная редакция СНиП 2.07.01–89*. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200084712>. – Текст : электронный.

112 СП 47.13330.2016. Инженерные изыскания для строительства. Основные положения Актуализированная редакция СНиП 11-02–96. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200084712>. – Текст : электронный.

113 Технический регламент о безопасности зданий и сооружений : федер. закон от 30.12.2009 № 384-ФЗ (ред. от 02.07.2013) (21 янв. 2018 г.). – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_95720/. – Загл. с экрана. – Текст : электронный.

114 Технологические аспекты построения 3D-модели инженерных сооружений в городах арктического региона РФ / Е. И. Аврунев, А. В. Чернов, А. В. Дубровский, А. В. Комиссаров, Е. Ю. Пасечник. – Текст : непосредственный // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2018. – Т. 329, № 7. – С. 131–137.

115 Технологические решения для выполнения кадастровых работ в отношении ранее учтенных земельных участков / Е. И. Аврунев, В. В. Вылегжанина, И. А. Гиниятов, Н. О. Митрофанова. – Текст : непосредственный // Интерэкспо ГЕО-Сибирь. XIV Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Экономическое развитие Сибири и Дальнего Востока. Экономика природопользования, землеустройство, лесоустройство, управление недвижимостью» : сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 23–27 апреля 2018 г.). – Новосибирск : СГУГиТ, 2018. Т. 2. – С. 183–191.

116 Трехмерная визуализация неблагоприятных природных условий для корректировки кадастровой стоимости земель / Е. И. Аврунев, Н. В. Гатина, М. В. Козина, В. К. Попов. – Текст : непосредственный // Известия Томского

политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2019. – Т. 330, № 1. – С. 181–190.

117 Уставич, Г. А. Совершенствование структуры топографических планов для целей государственного кадастра недвижимости / Г. А. Уставич, Е. И. Аврунев. – Текст : непосредственный // Известия вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2012. – № 2/1. – С. 136–139.

118 Ушаков, А. И. Инфраструктура пространственных данных РФ для государственного и корпоративного управления / А. И. Ушаков. – Текст : электронный. – URL:<http://www.gisa.ru/94281.html>.

119 Федеральная целевая программа «Создание автоматизированной системы ведения государственного земельного кадастра и государственного учета объектов недвижимости (2002–2008 годы)». – URL: <https://docs.cntd.ru/document/901947820>. – Текст : электронный.

120 Чернов, А. В. Основные этапы становления и развития 3D-кадастра в странах-членах FIG / А. В. Чернов, М. И. Окунева. – Текст : непосредственный // Интерэкспо ГЕО-Сибирь. XIV Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч.-технолог. конф. студентов и молодых ученых «Молодежь. Наука. Технологии» : сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 23–27 апреля 2018 г.). – Новосибирск : СГУГиТ, 2018. Т. 1. – С. 35–43.

121 Чилингер, Л. Н. Методический подход к установлению границ зон с особым водным режимом: обоснование и технологическая схема реализации / Л. Н. Чилингер. – Текст : непосредственный // Вестник СГУГиТ. – 2019. – Вып. 3 (24). – С. 222–237.

122 Чистякова, С. Б. Использование фундаментальных градостроительных исследований рубежа 80 – начала 90 годов в современной проектной деятельности / С. Б. Чистякова. – Текст : непосредственный // Градостроительство. – 2019. – № 1 (59). – С. 72–77.

123 Шайман, Н. В. О квалификации объектов как объектов недвижимости, в отношении которых осуществляется государственный кадастровый учет и госу-

дарственная регистрация прав / Н. В. Шайман. – Текст : непосредственный // Регулирование земельно-имущественных отношений в России: правовое и геопространственное обеспечение, оценка недвижимости, экология, технологические решения. – 2019. – Т. 1. – С. 260–265.

124 Экологический мониторинг и мероприятия по снижению уровня возможного негативного воздействия трубопроводов (проект «Сахалин 2») на окружающую среду острова Сахалин / В. А. Мелкий, А. А. Верхотуров, Д. В. Долгополов [и др.]. – Текст : непосредственный // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2015. – № 4. – С. 101–108.

125 Эффективность создания трехмерной модели местности для кадастра / Д. А. Гура, Г. Г. Шевченко, Д. В. Петренков, А. А. Серикова. – Текст : непосредственный // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. – 2017. – № 4. – С. 233–240.

126 Яроцкая, Е. В. Применение геоинформационных систем в землеустройстве и кадастре для управления земельными ресурсами на муниципальном уровне в Карачаево-Черкесской Республике / Е. В. Яроцкая. – Текст : непосредственный // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. – 2017. – Вып. 4. – С. 660–670.

127 3D Real Property Legal Concepts and Cadastre – A Comparative Study of Selected Countries to Propose a Way Forward / D. Kitsakis, J. Paasch, J. Paulsson, N. Vucic, M. Karabin, A. Flávia, M. El-Mekawy. – Текст : непосредственный // 5th International FIG 3D Cadastre Workshop. – 2016. – P. 3.

128 An integrated 3D Cadastre – Malaysia as an example / M. I. Hassan, M. H. Ahmad-Nasruddin, I. A. Yaakor, A. Abdul-Rahman. – Текст : непосредственный // The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. – 2008. – Vol. XXXVII. Part B4. Beijing.

129 Application of laser scanning for developing a 3D digital model of an open-pit side surface / V. N. Oparin, V. A. Serevovich, V. F. Yushkin, A. V. Ivanov, S. A. Pro-

кор'єва. – Текст : непосредственный // Journal of Mining Science. – 2007. – № 43 (58). – P. 545–554.

130 Appropriate Technologies for Good Land Administration / E. Jantien, J. Peter, M. Van Oosterom, D. Hendrik, P. Aalders, H. Aalders. – Текст : непосредственный // II – 3D Cadastre. – 2004. – P. 9.

131 Developing and testing a 3D cadastral data model a case study in Australia / Aien M. Kalantari, A. Rajabifard, I. P. Williamson, D. Shojaei. – Текст : непосредственный // ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Vol. I-4, XXII ISPRS Congress, 2012, Melbourne, Australia.

132 Gatina, N. V. Comparative studies on the application of 3D cadastre in Russia and other countries / N. V. Gatina, T. A. Kadetova. – Текст : непосредственный // Journal of Economics and Social Sciences. – 2019. – № 14. – С. 76–81.

133 Ledoux, H. Topologically consistent 3D city models obtained by extrusion / H. Ledoux, M. Meijers. – Текст : непосредственный // International Journal of Geographical Information Science. – 2011. – № 25 (4). – P. 557–574.

134 Seddiki, M. Case study on the 3D Cadastre in Algeria: First Application of the FIG Recommendations / M. Seddiki. – Текст : электронный // 5th International Workshop on 3D Cadastres, 2016, Athens. – P. 389–404. – URL: http://www.gdmc.nl/3DCadastres/literature/3Dcad_2016_31.pdf. – Загл. с экрана.

135 Soon, K. H. Initial Design to Develop a Cadastral System that Supports Digital Cadastre, 3D and Provenance for Singapore / K. H. Soon, D. Tan, V. Khoo. – Текст : электронный // The 5th International FIG 3D Cadastre Workshop. – Athens, Greece, 2016. – URL: http://www.gdmc.nl/3DCadastres/literature/3Dcad_2016_33.pdf. – Загл. с экрана.

136 Stoter, J. Registration of 3D Situations in Land Administration in the Netherlands / J. Stoter, H. Ploeger, W. Louwman. – Текст : непосредственный // Proceedings 2nd International Workshop on 3D Cadastres. – 2011. – P. 319.

137 Technological aspects of constructing 3d model of engineering structures in the cities of the arctic region / E. I. Avrunev, A. V. Chernov, A. V. Dubrovsky,

A. V. Komissarov, E. Yu. Pasechnik. – Текст : непосредственный // Bulletin of the Tomsk Polytechnic University, Geo Assets Engineering. – 2018. – Vol. 329 (7). – P. 131–137.

138 Ying, S. Building 3D cadastral system based on 2D survey plans with SketchUp / S. Ying, L. Li, R. Guo. – Текст : непосредственный // Geo-Spatial Information Science. – 2011. – № 14 (2). – P. 129–136.

139 Ying, S. Implementation of 3D cadastre with 3D GIS: Practices and challenges / S. Ying, R. Guo, L. Li. – Текст : непосредственный // Journal of Geomatics. – 2018. – № 43 (2). – P. 1–6.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(обязательное)

АКТЫ О ВНЕДРЕНИИ

Утверждаю»
Руководитель Управления Росреестра
по Новосибирской области
« 25 » 12 2022 г.
Е. Рягузова



АКТ

о внедрении результатов научно-исследовательской работы

Мы, нижеподписавшиеся, руководитель Управления Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии по Новосибирской области – Рягузова Светлана Евгеньевна, и представитель Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Сибирский государственный университет геосистем и технологий» (СГУГиТ) – Евгений Ильич Аврунев, составили настоящий акт о том, что в производственный процесс Управления Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии по Новосибирской области внедрена методика информационного обеспечения кадастровых работ в отношении линейных наземных и подземных инженерных сооружений для внесения кадастровой информации в Единый государственный реестр недвижимости и формирования 3D-модели территориального образования.

По итогам внедрения методики получены следующие основные результаты:

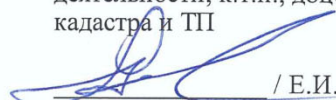
1) Предложена система принципов, которая позволяет выполнять 3D-моделирование линейных наземных и подземных инженерных сооружений в метрике, обеспечивающей решение научно-технических задач кадастровой и градостроительной деятельности.

2) Разработана методика информационного обеспечения кадастровых работ в отношении линейных сооружений, которая позволила дополнять основные и дополнительные характеристики линейных сооружений, для внесения достоверных сведений о таких объектах в ЕГРН.


Новизна внедренных результатов заключается в предложенной методике информационного обеспечения кадастровых работ в отношении линейных наземных и подземных инженерных сооружений для внесения сведений в ЕГРН, посредством выполнения 3D-моделирования.

Эффективность внедрения позволяет вносить актуальные и достоверные сведения о линейных сооружениях в ЕГРН, в том числе основные и дополнительные характеристики таких объектов недвижимости, при этом учесть их сложное пространственное местоположение на территории Новосибирской области.

Советник ректората по научной
деятельности, к.т.н., доцент кафедры
кадастра и ТП

 / Е.И.Аврунев

Исполнитель

 / Н.В. Гатина

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной и

воспитательной работе

С. С. Янкелевич



01 » февраля 2022 г.

АКТ

о внедрении результатов НИР в учебный процесс

Разработка методики информационного обеспечения кадастровых работ на основании предложенной системы принципов и алгоритма 3D-моделирования линейных наземных и подземных инженерных сооружений выполнена в рамках научно-исследовательской работы «Разработка методики информационного обеспечения кадастровых работ в отношении линейных наземных и подземных инженерных сооружений» в научно-исследовательском секторе в ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет геосистем и технологий» (авторы: Е. И. Аврунев, Н. В. Гатина).

Результаты полученных исследований внедрены в учебный процесс на основании рекомендаций кафедры кадастра и территориального планирования (протокол № 9 от 4 марта 2022 г.), а именно:

- в лекционных и практических курсах по дисциплинам «Технология и организация землеустроительных и кадастровых работ», «Геодезическое обеспечение единого государственного реестра недвижимости» по направлению подготовки бакалавриата 21.03.02 «Землеустройство и кадастры»;

- в практическом курсе по дисциплине «Математическое моделирование при проектировании кадастровой деятельности» по направлению подготовки магистратуры 21.04.02 «Землеустройство и кадастры»;

- в дипломном проектировании.

Заведующий кафедрой

(подпись)

(О. И. Малыгина)

Директор института

(подпись)

(А. В. Дубровский)

Директор департамента образования

(подпись)

(Е. В. Шевчук)

Утверждаю»
 Заместитель директора – главный технолог
 Филиала ФГБУ «ФКП «Росреестра»
 по Новосибирской области
 «25» _____ 2022 г.
 О.Ю. Макаренко



АКТ

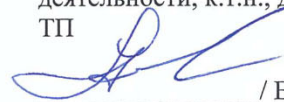
о внедрении результатов научно-исследовательской работы

Мы, нижеподписавшиеся, заместитель директора – главный технолог Филиала Федерального государственного бюджетного учреждения «Федеральная кадастровая палата Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии» по Новосибирской области (Филиала ФГБУ «ФКП «Росреестра» по Новосибирской области) – Макаренко Оксана Юрьевна, и представитель Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Сибирский государственный университет геосистем и технологий» (СГУГиТ) – Евгений Ильич Аврунев, составили настоящий акт о том, что в производственный процесс Федеральной кадастровой палаты по Новосибирской области внедрены методические рекомендации по информационному обеспечению кадастровых работ в отношении линейных наземных и подземных инженерных сооружений для внесения кадастровой информации в единый государственный реестр недвижимости и формирования 3D-модели территориального образования.

По итогам внедрения методики получены следующие основные результаты:

- 1) Предложенная система принципов 3D-моделирование линейных наземных и подземных инженерных сооружений, позволила сотрудникам кадастровой палаты оценивать материалы, представленные кадастровыми инженерами на соответствие нормативным требованиям для решения научно-технических задач кадастровой и градостроительной деятельности.
- 2) Разработана методика информационного обеспечения кадастровых работ в отношении линейных сооружений, позволила сотрудникам кадастровой палаты оценивать целесообразность учета дополнительных характеристик линейных сооружений при внесении достоверных сведений о таких объектах в ЕГРН.
- 3) Концептуальные предложения по определению пространственных параметров объектов капитального строительства позволило сотрудникам кадастровой палаты более тщательно контролировать представляемые кадастровыми инженерами технические планы, необходимые для государственного кадастрового учета таких инженерных сооружений.

Советник ректората по научной
 деятельности, к.т.н., доц. каф. кадастра и
 ТП


 / Е.И. Аврунев

«Утверждаю»
Заместитель руководителя
Управления Росреестра по Томской области
_____ 2021 г.



/ Л.А. Лабуткина

АКТ
о внедрении результатов научно-исследовательской работы

Мы, нижеподписавшиеся, заместитель Управления Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии по Томской области – Лабуткина Людмила Александровна, и представитель Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Сибирский государственный университет геосистем и технологий» (СГУГиТ) – Евгений Ильич Аврунев, составили настоящий акт о том, что в производственный процесс Управления Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии по Томской области внедрена методика информационного обеспечения кадастровых работ в отношении линейных сооружений для внесения сведений в ЕГРН с применением геоинформационных технологий.

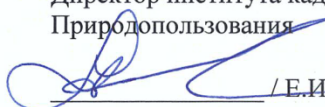
По итогам внедрения методики получены следующие основные результаты:

- 1) Трехмерное представление результатов кадастровых работ позволяет определять метрические характеристики объектов недвижимости и геопространственное положение в трехмерном пространстве, а также наглядно сопоставлять их с условиями землепользования территории и данными ЕГРН.
- 2) Разработанная методика информационного обеспечения кадастровых работ в отношении линейных сооружений позволила дополнять основные и дополнительные характеристики линейных сооружений, для внесения достоверных сведений о таких объектах в ЕГРН.


Новизна внедренных результатов заключается в предложенной методике информационного обеспечения кадастровых работ в отношении линейных сооружений для внесения сведений в ЕГРН, посредством комплексного геоинформационного анализа.

Эффективность внедрения позволяет вносить актуальные и достоверные сведения о линейных сооружениях в ЕГРН, в том числе основные и дополнительные характеристики таких объектов недвижимости, при этом учесть их сложное пространственное местоположение на территории Томской области.

Директор института кадастра и
Природопользования


/ Е.И. Аврунев

Исполнитель


/ Н.В. Гатина

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

(обязательное)

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ ПО СОЗДАНИЮ
ГЕОДЕЗИЧЕСКОГО ОБОСНОВАНИЯ СПОСОБОМ ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ

| № | Пространственные параметры (м) | | | Критерии точности (м) | | | | | СКП (см) | |
|----|--------------------------------|------------|----------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|------------|--------------------------------|------------------------------|
| | <i>x</i> | <i>y</i> | <i>H</i> | <i>S</i> _{ПЛЮС} | <i>S</i> _{ПРОСТ} | <i>L</i> _{ПЛЮС} | <i>L</i> _{ПРОСТ} | ΔS | <i>m</i> _{<i>x,y</i>} | <i>m</i> _{<i>H</i>} |
| 1 | 342419,80 | 4319093,66 | 178,12 | | | | | | | |
| | | | | 79,936 | 79,936 | 79,934 | 79,934 | 0,002 | 0,8 | 1,0 |
| 5 | 342369,94 | 4319156,14 | 178,21 | | | | | | | |
| | | | | 68,709 | 68,711 | 68,708 | 68,710 | 0,001 | 0,8 | 1,0 |
| 6 | 342330,34 | 4319212,29 | 178,68 | | | | | | | |
| | | | | 51,492 | 51,492 | 51,490 | 51,490 | 0,002 | 0,8 | 1,0 |
| 7 | 342297,20 | 4319251,70 | 178,66 | | | | | | | |
| | | | | 70,339 | 70,341 | 70,338 | 70,340 | 0,001 | 0,8 | 1,0 |
| 8 | 342242,29 | 4319295,66 | 179,18 | | | | | | | |
| | | | | 57,414 | 57,414 | 57,413 | 57,413 | 0,001 | 0,8 | 1,0 |
| 9 | 342203,81 | 4319338,27 | 179,13 | | | | | | | |
| | | | | 59,971 | 59,971 | 59,970 | 59,970 | 0,001 | 0,8 | 1,0 |
| 10 | 342168,84 | 4319386,99 | 179,19 | | | | | | | |
| | | | | 54,193 | 54,194 | 54,190 | 54,191 | 0,003 | 0,8 | 1,0 |
| 3 | 342161,55 | 4319440,69 | 179,54 | | | | | | | |
| | | | Σ | 442,054 | 442,058 | 442,043 | 442,048 | 0,011 | | |

| № | Пространственные параметры (м) | | | Критерии точности (м) | | | | | СКП (см) | |
|----|--------------------------------|------------|---------------------|-----------------------|--------------------|-------------------|--------------------|------------|-----------|-------|
| | x | y | H | $S_{\text{ПЛОС}}$ | $S_{\text{ПРОСТ}}$ | $L_{\text{ПЛОС}}$ | $L_{\text{ПРОСТ}}$ | ΔS | $m_{x,y}$ | m_H |
| 4 | 342163,00 | 4319054,15 | 179,17 | | | | | | | |
| | | | | 71,561 | 71,561 | 71,568 | 71,568 | -0,007 | 0,8 | 1,0 |
| 11 | 342190,80 | 4319120,09 | 179,21 | | | | | | | |
| | | | | 72,057 | 72,058 | 72,050 | 72,051 | 0,007 | 0,8 | 1,0 |
| 12 | 342234,96 | 4319177,03 | 179,52 | | | | | | | |
| | | | | 66,273 | 66,273 | 66,270 | 66,270 | 0,003 | 0,8 | 1,0 |
| 13 | 342278,32 | 4319227,15 | 179,66 | | | | | | | |
| | | | | 30,970 | 30,971 | 30,963 | 30,963 | 0,007 | 0,8 | 1,0 |
| 7 | 342297,20 | 4319251,70 | 179,53 | | | | | | | |
| | | | | 51,837 | 51,838 | 51,838 | 51,838 | -0,001 | 0,8 | 1,0 |
| 14 | 342326,75 | 4319294,29 | 179,31 | | | | | | | |
| | | | | 69,408 | 69,408 | 69,406 | 69,406 | 0,002 | 0,8 | 1,0 |
| 15 | 342383,03 | 4319334,91 | 179,09 | | | | | | | |
| | | | | 75,648 | 75,648 | 75,640 | 75,640 | 0,008 | 0,8 | 1,0 |
| 2 | 342447,51 | 4319374,47 | 178,93 | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | Σ | 437,755 | 437,757 | 437,735 | 437,737 | | | |
| | | | Суммарные параметры | 879,808 | 879,815 | 879,778 | 879,785 | | | |

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

(обязательное)

ФРАГМЕНТ ТЕХНИЧЕСКОГО ПЛАНА ЛИНЕЙНОГО ИНЖЕНЕРНОГО СООРУЖЕНИЯ
 НАЗЕМНОГО РАСПОЛОЖЕНИЯ

| Описание местоположения здания, сооружения, объекта незавершенного строительства на земельном участке в формате 3D | | | | | | | | |
|---|--------------------------------|------------|----------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|--|------------------------------|
| Сведения о пространственных параметрах ЛИС | | | | | | | | |
| № | Пространственные параметры (м) | | | Длины линий (м) | | | СКП определения пространственных параметров (м) | |
| | <i>x</i> | <i>y</i> | <i>H</i> | <i>S</i> _{ПЛОСК} | <i>S</i> _{ПРОСТ} | <i>L</i> _{ПЛОСК} | <i>m</i> _{<i>x,y</i>} | <i>m</i> _{<i>H</i>} |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 1 | 388397,72 | 4363670,93 | 180,00 | 1,98 | 2,02 | 2,04 | 0,03 | 0,03 |
| 2 | 388398,44 | 4363672,77 | 179,50 | 1,30 | 1,30 | 1,31 | 0,03 | 0,03 |
| 3 | 388399,39 | 4363673,66 | 179,60 | 1,01 | 1,12 | 1,12 | 0,03 | 0,03 |
| 4 | 388399,82 | 4363674,57 | 180,10 | 1,40 | 1,40 | 1,40 | 0,03 | 0,03 |
| 5 | 388398,98 | 4363675,69 | 180,20 | 11,43 | 11,44 | 11,44 | 0,03 | 0,03 |
| 6 | 388390,34 | 4363683,18 | 180,50 | 21,52 | 21,52 | 21,52 | 0,03 | 0,03 |
| 7 | 388404,67 | 4363699,23 | 180,40 | 3,83 | 3,89 | 3,89 | 0,03 | 0,03 |
| 8 | 388407,48 | 4363701,83 | 181,10 | 9,47 | 9,48 | 9,48 | 0,03 | 0,03 |
| 9 | 388415,12 | 4363696,24 | 180,60 | 7,64 | 7,66 | 7,66 | 0,03 | 0,03 |

Описание местоположения здания, сооружения, объекта незавершенного строительства на земельном участке
в формате 3D

Сведения о пространственных параметрах ЛИС

| № | Пространственные параметры (м) | | | Длины линий (м) | | | СКП определения пространственных параметров (м) | |
|----|--------------------------------|------------|----------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---|------------------------------|
| | <i>x</i> | <i>y</i> | <i>H</i> | <i>S</i> _{ПЛОСК} | <i>S</i> _{ПРОСТ} | <i>L</i> _{ПЛОСК} | <i>m</i> _{<i>x,y</i>} | <i>m</i> _{<i>H</i>} |
| 10 | 388419,79 | 4363702,29 | 180,10 | 18,17 | 18,17 | 18,17 | 0,03 | 0,03 |
| 11 | 388432,77 | 4363715,00 | 180,00 | 33,27 | 33,27 | 33,27 | 0,03 | 0,03 |
| 12 | 388452,87 | 4363741,51 | 180,20 | 1,75 | 1,75 | 1,75 | 0,03 | 0,03 |
| 13 | 388454,30 | 4363742,52 | 180,30 | 11,65 | 11,65 | 11,65 | 0,03 | 0,03 |
| 14 | 388462,64 | 4363750,66 | 180,30 | 22,92 | 22,92 | 22,92 | 0,03 | 0,03 |
| 15 | 388476,51 | 4363768,91 | 180,30 | 18,02 | 18,02 | 18,02 | 0,03 | 0,03 |
| 16 | 388487,21 | 4363783,41 | 180,10 | 20,77 | 20,77 | 20,77 | 0,03 | 0,03 |
| 17 | 388499,45 | 4363800,19 | 180,40 | 18,51 | 18,51 | 18,51 | 0,03 | 0,03 |
| 18 | 388511,40 | 4363814,32 | 180,30 | 22,52 | 22,52 | 22,52 | 0,03 | 0,03 |
| 19 | 388523,61 | 4363833,24 | 180,10 | 9,01 | 9,02 | 9,02 | 0,03 | 0,03 |
| 20 | 388527,42 | 4363841,41 | 180,50 | 10,74 | 10,74 | 10,75 | 0,03 | 0,03 |
| 21 | 388534,83 | 4363849,18 | 179,90 | 34,17 | 34,17 | 34,17 | 0,03 | 0,03 |
| 22 | 388554,49 | 4363877,13 | 179,80 | 14,73 | 14,73 | 14,73 | 0,03 | 0,03 |
| 23 | 388563,25 | 4363888,97 | 179,60 | 25,58 | 25,59 | 25,59 | 0,03 | 0,03 |
| 24 | 388578,82 | 4363909,27 | 180,00 | 14,01 | 14,01 | 14,01 | 0,03 | 0,03 |

Описание местоположения здания, сооружения, объекта незавершенного строительства на земельном участке
в формате 3D

Сведения о пространственных параметрах ЛИС

| № | Пространственные параметры (м) | | | Длины линий (м) | | | СКП определения пространственных параметров (м) | |
|----|--------------------------------|------------|----------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---|------------------------------|
| | <i>x</i> | <i>y</i> | <i>H</i> | <i>S</i> _{ПЛОСК} | <i>S</i> _{ПРОСТ} | <i>L</i> _{ПЛОСК} | <i>m</i> _{<i>x,y</i>} | <i>m</i> _{<i>H</i>} |
| 25 | 388587,77 | 4363920,05 | 180,10 | 20,77 | 20,77 | 20,77 | 0,03 | 0,03 |
| 26 | 388600,86 | 4363936,17 | 179,90 | 23,04 | 23,04 | 23,04 | 0,03 | 0,03 |
| 27 | 388614,24 | 4363954,93 | 179,70 | 29,59 | 29,59 | 29,59 | 0,03 | 0,03 |
| 28 | 388632,83 | 4363977,95 | 180,00 | 38,68 | 38,68 | 38,68 | 0,03 | 0,03 |
| 29 | 388656,17 | 4364008,79 | 180,60 | 30,32 | 30,35 | 30,35 | 0,03 | 0,03 |
| 30 | 388674,96 | 4364032,59 | 179,40 | 21,45 | 21,45 | 21,45 | 0,03 | 0,03 |
| 31 | 388686,72 | 4364050,53 | 179,60 | 39,37 | 39,37 | 39,37 | 0,03 | 0,03 |
| 32 | 388710,88 | 4364081,62 | 179,50 | 6,24 | 6,25 | 6,25 | 0,03 | 0,03 |
| 33 | 388715,28 | 4364086,04 | 179,10 | 18,51 | 18,51 | 18,51 | 0,03 | 0,03 |
| 34 | 388726,74 | 4364100,58 | 179,00 | 17,01 | 17,01 | 17,01 | 0,03 | 0,03 |
| 35 | 388738,22 | 4364113,13 | 178,90 | 27,53 | 27,54 | 27,54 | 0,03 | 0,03 |
| 36 | 388752,94 | 4364136,40 | 178,70 | 11,88 | 11,88 | 11,88 | 0,03 | 0,03 |
| 37 | 388760,68 | 4364145,41 | 179,00 | 50,98 | 50,98 | 50,98 | 0,03 | 0,03 |
| 38 | 388800,48 | 4364177,27 | 179,10 | 30,75 | 30,76 | 30,76 | 0,03 | 0,03 |
| 39 | 388824,13 | 4364196,93 | 179,40 | 5,66 | 5,68 | 5,68 | 0,03 | 0,03 |

Описание местоположения здания, сооружения, объекта незавершенного строительства на земельном участке
в формате 3D

Сведения о пространственных параметрах ЛИС

| № | Пространственные параметры (м) | | | Длины линий (м) | | | СКП определения пространственных параметров (м) | |
|----|--------------------------------|------------|----------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---|------------------------------|
| | <i>x</i> | <i>y</i> | <i>H</i> | <i>S</i> _{ПЛОСК} | <i>S</i> _{ПРОСТ} | <i>L</i> _{ПЛОСК} | <i>m</i> _{<i>x,y</i>} | <i>m</i> _{<i>H</i>} |
| 40 | 388828,55 | 4364200,46 | 179,90 | 21,87 | 21,87 | 21,87 | 0,03 | 0,03 |
| 41 | 388848,45 | 4364209,52 | 180,00 | 9,28 | 9,28 | 9,28 | 0,03 | 0,03 |
| 42 | 388857,24 | 4364212,49 | 180,10 | 9,26 | 9,38 | 9,38 | 0,03 | 0,03 |
| 43 | 388866,35 | 4364214,14 | 181,60 | 17,10 | 17,10 | 17,10 | 0,03 | 0,03 |
| 44 | 388883,45 | 4364214,45 | 181,50 | 6,99 | 6,99 | 6,99 | 0,03 | 0,03 |
| 45 | 388890,44 | 4364214,29 | 181,40 | 16,64 | 16,64 | 16,64 | 0,03 | 0,03 |
| 46 | 388906,87 | 4364216,93 | 181,30 | 38,98 | 38,98 | 38,98 | 0,03 | 0,03 |
| 47 | 388945,21 | 4364223,94 | 181,50 | 44,35 | 44,35 | 44,35 | 0,03 | 0,03 |
| 48 | 388988,79 | 4364232,19 | 181,50 | 12,84 | 12,84 | 12,84 | 0,03 | 0,03 |
| 49 | 389000,27 | 4364237,93 | 181,70 | 11,52 | 11,53 | 11,53 | 0,03 | 0,03 |
| 50 | 389011,66 | 4364239,68 | 181,90 | 21,51 | 21,51 | 21,51 | 0,03 | 0,03 |
| 51 | 389032,83 | 4364243,51 | 182,00 | 1,37 | 1,39 | 1,39 | 0,03 | 0,03 |
| 52 | 389033,42 | 4364242,27 | 182,20 | 5,58 | 5,58 | 5,58 | 0,03 | 0,03 |
| 53 | 389035,71 | 4364237,18 | 182,30 | 25,26 | 25,26 | 25,26 | 0,03 | 0,03 |
| 54 | 389047,20 | 4364214,69 | 181,90 | 18,40 | 18,40 | 18,40 | 0,03 | 0,03 |

Описание местоположения здания, сооружения, объекта незавершенного строительства на земельном участке
в формате 3D

Сведения о пространственных параметрах ЛИС

| № | Пространственные параметры (м) | | | Длины линий (м) | | | СКП определения пространственных параметров (м) | |
|----|--------------------------------|------------|----------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---|------------------------------|
| | <i>x</i> | <i>y</i> | <i>H</i> | <i>S</i> _{ПЛОСК} | <i>S</i> _{ПРОСТ} | <i>L</i> _{ПЛОСК} | <i>m</i> _{<i>x,y</i>} | <i>m</i> _{<i>H</i>} |
| 55 | 389059,01 | 4364200,58 | 181,60 | 21,74 | 21,75 | 21,75 | 0,03 | 0,03 |
| 56 | 389075,58 | 4364186,50 | 181,80 | 4,42 | 4,42 | 4,42 | 0,03 | 0,03 |
| 57 | 389079,95 | 4364185,86 | 181,90 | 6,52 | 6,53 | 6,53 | 0,03 | 0,03 |
| 58 | 389086,38 | 4364186,95 | 181,50 | 10,26 | 10,26 | 10,26 | 0,03 | 0,03 |
| 59 | 389094,92 | 4364192,64 | 181,30 | 17,82 | 17,86 | 17,86 | 0,03 | 0,03 |
| 60 | 389108,51 | 4364204,16 | 180,10 | 32,76 | 32,77 | 32,77 | 0,03 | 0,03 |
| 61 | 389131,06 | 4364227,93 | 179,30 | 23,41 | 23,57 | 23,57 | 0,03 | 0,03 |
| 62 | 389146,14 | 4364245,83 | 182,10 | 14,04 | 14,04 | 14,04 | 0,03 | 0,03 |
| 63 | 389155,42 | 4364256,37 | 182,20 | 26,78 | 26,78 | 26,78 | 0,03 | 0,03 |
| 64 | 389171,86 | 4364277,51 | 181,90 | 20,32 | 20,32 | 20,32 | 0,03 | 0,03 |
| 65 | 389187,23 | 4364290,80 | 181,80 | 11,26 | 11,26 | 11,26 | 0,03 | 0,03 |
| 66 | 389196,59 | 4364297,06 | 181,60 | 25,05 | 25,05 | 25,05 | 0,03 | 0,03 |
| 67 | 389213,83 | 4364315,23 | 181,50 | 20,11 | 20,11 | 20,11 | 0,03 | 0,03 |
| 68 | 389227,24 | 4364330,22 | 181,30 | 24,39 | 24,39 | 24,39 | 0,03 | 0,03 |
| 69 | 389241,28 | 4364350,16 | 180,80 | 47,41 | 47,41 | 47,41 | 0,03 | 0,03 |

Описание местоположения здания, сооружения, объекта незавершенного строительства на земельном участке
в формате 3D

Сведения о пространственных параметрах ЛИС

| № | Пространственные параметры (м) | | | Длины линий (м) | | | СКП определения пространственных параметров (м) | |
|----|--------------------------------|------------|----------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---|------------------------------|
| | <i>x</i> | <i>y</i> | <i>H</i> | <i>S</i> _{ПЛОСК} | <i>S</i> _{ПРОСТ} | <i>L</i> _{ПЛОСК} | <i>m</i> _{<i>x,y</i>} | <i>m</i> _{<i>H</i>} |
| 70 | 389268,04 | 4364389,29 | 180,30 | 21,22 | 21,22 | 21,22 | 0,03 | 0,03 |
| 71 | 389279,84 | 4364406,93 | 180,50 | 19,11 | 19,12 | 19,12 | 0,03 | 0,03 |
| 72 | 389290,97 | 4364422,46 | 179,70 | 1,23 | 1,24 | 1,24 | 0,03 | 0,03 |
| 73 | 389292,04 | 4364423,07 | 179,80 | 3,60 | 3,60 | 3,60 | 0,03 | 0,03 |
| 74 | 389295,46 | 4364424,19 | 179,60 | 4,27 | 4,28 | 4,28 | 0,03 | 0,03 |
| 75 | 389297,97 | 4364427,65 | 179,50 | 14,32 | 14,32 | 14,32 | 0,03 | 0,03 |
| 76 | 389306,37 | 4364439,25 | 179,40 | 8,41 | 8,41 | 8,41 | 0,03 | 0,03 |
| 77 | 389310,94 | 4364446,31 | 179,20 | 21,69 | 21,70 | 21,70 | 0,03 | 0,03 |
| 78 | 389322,19 | 4364464,86 | 179,10 | 2,15 | 2,15 | 2,15 | 0,03 | 0,03 |
| 79 | 389322,97 | 4364466,86 | 179,00 | 1,32 | 1,33 | 1,34 | 0,03 | 0,03 |
| 80 | 389323,46 | 4364468,09 | 178,80 | 16,60 | 16,60 | 16,60 | 0,03 | 0,03 |
| 81 | 389337,60 | 4364459,39 | 178,90 | 14,76 | 14,76 | 14,76 | 0,03 | 0,03 |
| 82 | 389351,43 | 4364454,23 | 178,80 | 6,01 | 6,02 | 6,02 | 0,03 | 0,03 |
| 83 | 389357,27 | 4364452,81 | 178,50 | 19,84 | 19,84 | 19,84 | 0,03 | 0,03 |
| 84 | 389376,23 | 4364446,98 | 178,40 | 34,75 | 34,76 | 34,76 | 0,03 | 0,03 |

Описание местоположения здания, сооружения, объекта незавершенного строительства на земельном участке
в формате 3D

Сведения о пространственных параметрах ЛИС

| № | Пространственные параметры (м) | | | Длины линий (м) | | | СКП определения пространственных параметров (м) | |
|----|--------------------------------|------------|----------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---|------------------------------|
| | <i>x</i> | <i>y</i> | <i>H</i> | <i>S</i> _{ПЛОСК} | <i>S</i> _{ПРОСТ} | <i>L</i> _{ПЛОСК} | <i>m</i> _{<i>x,y</i>} | <i>m</i> _{<i>H</i>} |
| 85 | 389410,08 | 4364439,12 | 179,00 | 17,27 | 17,28 | 17,28 | 0,03 | 0,03 |
| 86 | 389425,48 | 4364431,31 | 179,70 | 14,55 | 14,55 | 14,55 | 0,03 | 0,03 |
| 87 | 389438,18 | 4364424,21 | 179,60 | 17,06 | 17,10 | 17,10 | 0,03 | 0,03 |
| 88 | 389452,38 | 4364414,76 | 180,80 | 3,27 | 3,29 | 3,29 | 0,03 | 0,03 |
| 89 | 389455,61 | 4364415,30 | 180,50 | 5,32 | 5,32 | 5,32 | 0,03 | 0,03 |
| 90 | 389460,27 | 4364417,86 | 180,40 | 18,04 | 18,04 | 18,04 | 0,03 | 0,03 |
| 91 | 389474,32 | 4364429,17 | 180,20 | 20,76 | 20,76 | 20,76 | 0,03 | 0,03 |
| 92 | 389491,56 | 4364440,73 | 180,30 | 16,41 | 16,42 | 16,42 | 0,03 | 0,03 |
| 93 | 389505,07 | 4364450,05 | 179,80 | 13,88 | 13,88 | 13,88 | 0,03 | 0,03 |
| 94 | 389516,50 | 4364457,92 | 179,70 | 12,06 | 12,06 | 12,06 | 0,03 | 0,03 |
| 95 | 389526,26 | 4364465,00 | 179,50 | 21,31 | 21,32 | 21,32 | 0,03 | 0,03 |
| 96 | 389543,60 | 4364477,38 | 180,40 | 21,98 | 21,99 | 21,99 | 0,03 | 0,03 |
| 97 | 389561,59 | 4364490,01 | 179,90 | 16,64 | 16,64 | 16,64 | 0,03 | 0,03 |
| 98 | 389575,17 | 4364499,62 | 180,00 | 19,94 | 19,95 | 19,95 | 0,03 | 0,03 |
| 99 | 389591,37 | 4364511,25 | 180,70 | 1,92 | 1,92 | 1,94 | 0,03 | 0,03 |

Описание местоположения здания, сооружения, объекта незавершенного строительства на земельном участке
в формате 3D

Сведения о пространственных параметрах ЛИС

| № | Пространственные параметры (м) | | | Длины линий (м) | | | СКП определения пространственных параметров (м) | |
|-----|--------------------------------|------------|----------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---|------------------------------|
| | <i>x</i> | <i>y</i> | <i>H</i> | <i>S</i> _{ПЛОСК} | <i>S</i> _{ПРОСТ} | <i>L</i> _{ПЛОСК} | <i>m</i> _{<i>x,y</i>} | <i>m</i> _{<i>H</i>} |
| 100 | 389590,33 | 4364512,86 | 180,40 | 8,28 | 8,29 | 8,29 | 0,03 | 0,03 |
| 101 | 389597,20 | 4364517,49 | 180,30 | 22,83 | 22,84 | 22,84 | 0,03 | 0,03 |
| 102 | 389615,71 | 4364530,86 | 179,70 | 22,33 | 22,33 | 22,33 | 0,03 | 0,03 |
| 103 | 389635,13 | 4364541,88 | 180,20 | 10,27 | 10,27 | 10,27 | 0,03 | 0,03 |
| 104 | 389643,58 | 4364547,72 | 180,10 | 27,62 | 27,62 | 27,62 | 0,03 | 0,03 |
| 105 | 389665,23 | 4364564,87 | 180,20 | 56,56 | 56,56 | 56,56 | 0,03 | 0,03 |
| 106 | 389709,56 | 4364599,99 | 180,50 | 39,20 | 39,21 | 39,21 | 0,03 | 0,03 |
| 107 | 389740,49 | 4364624,08 | 180,80 | 35,76 | 35,76 | 35,76 | 0,03 | 0,03 |
| 108 | 389768,95 | 4364645,73 | 181,00 | 26,82 | 26,83 | 26,83 | 0,03 | 0,03 |
| 109 | 389790,83 | 4364661,24 | 180,10 | 0,79 | 0,99 | 0,99 | 0,03 | 0,03 |
| 110 | 389791,05 | 4364662,00 | 179,50 | 1,34 | 1,35 | 1,35 | 0,03 | 0,03 |
| 111 | 389791,31 | 4364663,31 | 179,70 | 1,21 | 1,24 | 1,24 | 0,03 | 0,03 |
| 112 | 389791,17 | 4364664,51 | 180,00 | 13,52 | 13,52 | 13,52 | 0,03 | 0,03 |
| 113 | 389784,40 | 4364676,21 | 180,30 | 8,49 | 8,50 | 8,50 | 0,03 | 0,03 |
| 114 | 389780,86 | 4364683,93 | 180,70 | 4,56 | 2,02 | 4,56 | 0,03 | 0,03 |

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

(обязательное)

ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ ПАРАМЕТРЫ ОКС И КОНТРОЛЬ ТОЧНОСТИ ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ

| Грани ОКС | № ХТ | Пространственные параметры в зонах двойного перекрытия | | | | | | Расхождения в параметрах (м) | | | |
|--------------|---------|--|-------------|----------|-------------------------|-------------|----------|---------------------------------|------------|----------|------------|
| | | I установка лазера (м) | | | II установка лазера (м) | | | | | | |
| | | <i>x</i> | <i>y</i> | <i>H</i> | <i>x</i> | <i>y</i> | <i>H</i> | Δx | Δy | Δ | ΔH |
| 1 грань | 1 | 388916,730 | 4363855,210 | 180,012 | 388916,732 | 4363855,207 | 180,010 | 0,002 | -0,003 | 0,004 | -0,002 |
| | | | | | | | | | | | |
| | 2 | 388916,728 | 4363855,208 | 182,131 | 388916,733 | 4363855,210 | 182,137 | 0,005 | 0,002 | 0,005 | 0,006 |
| | | | | | | | | | | | |
| | 3 | 388916,737 | 4363855,207 | 184,097 | 388916,740 | 4363855,200 | 184,110 | 0,003 | -0,007 | 0,008 | 0,013 |
| | | | | | | | | | | | |
| 2 грань | 1 | 388914,900 | 4363858,770 | 180,500 | 388914,904 | 4363858,771 | 180,501 | 0,004 | 0,001 | 0,004 | 0,001 |
| | | | | | | | | | | | |
| | 2 | 388914,890 | 4363858,755 | 182,450 | 388914,895 | 4363858,752 | 182,457 | 0,005 | -0,003 | 0,006 | 0,007 |
| | | | | | | | | | | | |
| | 3 | 388914,910 | 4363858,780 | 184,100 | 388914,903 | 4363858,789 | 184,090 | -0,007 | 0,009 | 0,011 | -0,010 |
| | | | | | | | | | | | |

| Грани ОКС | № ХТ | Пространственные параметры в зонах двойного перекрытия | | | | | | Расхождения в параметрах (м) | | | |
|--------------|---------|--|-------------|----------|-------------------------|-------------|----------|---------------------------------|------------|----------|------------|
| | | I установка лазера (м) | | | II установка лазера (м) | | | | | | |
| | | <i>x</i> | <i>y</i> | <i>H</i> | <i>x</i> | <i>y</i> | <i>H</i> | Δx | Δy | Δ | ΔH |
| 3 грань | 1 | 388908,660 | 4363855,580 | 180,400 | 388908,663 | 4363855,582 | 180,404 | 0,003 | 0,002 | 0,004 | 0,004 |
| | | | | | | | | | | | |
| | 2 | 388908,660 | 4363855,580 | 182,150 | 388908,667 | 4363855,585 | 182,158 | 0,007 | 0,005 | 0,009 | 0,008 |
| | | | | | | | | | | | |
| | 3 | 388908,660 | 4363855,580 | 184,080 | 388908,670 | 4363855,588 | 184,090 | 0,010 | 0,008 | 0,013 | 0,010 |
| | | | | | | | | | | | |
| 4 грань | 1 | 388910,490 | 4363852,010 | 180,000 | 388910,487 | 4363852,014 | 180,007 | -0,003 | 0,004 | 0,005 | 0,007 |
| | | | | | | | | | | | |
| | 2 | 388910,480 | 4363852,018 | 182,300 | 388910,489 | 4363852,024 | 182,306 | 0,009 | 0,006 | 0,011 | 0,006 |
| | | | | | | | | | | | |
| | 3 | 388910,500 | 4363852,019 | 184,150 | 388910,490 | 4363852,028 | 184,138 | -0,010 | 0,009 | 0,013 | -0,012 |
| | | | | | | | | | | | |

| Грани ОКС | № ХТ | Контрольное определение точности пространственных параметров | | | | | | Расхождения в параметрах | | | |
|--------------|---------|---|-------------|----------|---|-------------|----------|-----------------------------|------------|----------|------------|
| | | Среднее значение параметров (лазерное сканирование) | | | Эталонное значение параметров (электронный тахеометр) | | | | | | |
| | | <i>x</i> | <i>y</i> | <i>H</i> | <i>x</i> | <i>y</i> | <i>H</i> | Δx | Δy | Δ | ΔH |
| 1 грань | 1 | 388916,731 | 4363855,209 | 180,011 | 388916,730 | 4363855,210 | 180,015 | -0,001 | 0,002 | 0,002 | 0,004 |
| | | | | | | | | | | | |
| | 2 | 388916,731 | 4363855,209 | 182,134 | 388916,725 | 4363855,205 | 182,125 | -0,006 | -0,004 | 0,007 | -0,009 |
| | | | | | | | | | | | |
| | 3 | 388916,739 | 4363855,204 | 184,104 | 388916,732 | 4363855,210 | 184,110 | -0,006 | 0,006 | 0,009 | 0,007 |
| | | | | | | | | | | | |
| 2 грань | 1 | 388914,902 | 4363858,771 | 180,501 | 388914,900 | 4363858,767 | 180,499 | -0,002 | -0,003 | 0,004 | -0,001 |
| | | | | | | | | | | | |
| | 2 | 388914,893 | 4363858,754 | 182,454 | 388914,900 | 4363858,753 | 182,452 | 0,008 | -0,001 | 0,008 | -0,001 |
| | | | | | | | | | | | |
| | 3 | 388914,907 | 4363858,785 | 184,095 | 388914,905 | 4363858,785 | 184,089 | -0,001 | 0,001 | 0,002 | -0,006 |
| | | | | | | | | | | | |
| 3 грань | 1 | 388908,662 | 4363855,581 | 180,402 | 388908,660 | 4363855,580 | 180,400 | -0,002 | -0,001 | 0,002 | -0,002 |
| | | | | | | | | | | | |

| Грани ОКС | № ХТ | Контрольное определение точности пространственных параметров | | | | | | Расхождения в параметрах | | | |
|--------------|---------|---|-------------|----------|---|-------------|----------|-----------------------------|------------|----------|------------|
| | | Среднее значение параметров (лазерное сканирование) | | | Эталонное значение параметров (электронный тахеометр) | | | | | | |
| | | <i>x</i> | <i>y</i> | <i>H</i> | <i>x</i> | <i>y</i> | <i>H</i> | Δx | Δy | Δ | ΔH |
| | 2 | 388908,664 | 4363855,583 | 182,154 | 388908,662 | 4363855,585 | 182,150 | -0,002 | 0,003 | 0,003 | -0,004 |
| | | | | | | | | | | | |
| | 3 | 388908,665 | 4363855,584 | 184,085 | 388908,672 | 4363855,588 | 184,090 | 0,007 | 0,004 | 0,008 | 0,005 |
| | | | | | | | | | | | |
| 4 грань | 1 | 388910,489 | 4363852,012 | 180,004 | 388910,490 | 4363852,010 | 180,008 | 0,002 | -0,002 | 0,003 | 0,005 |
| | | | | | | | | | | | |
| | 2 | 388910,485 | 4363852,021 | 182,303 | 388910,480 | 4363852,025 | 182,308 | -0,005 | 0,004 | 0,006 | 0,005 |
| | | | | | | | | | | | |
| | 3 | 388910,495 | 4363852,024 | 184,144 | 388910,502 | 4363852,030 | 184,150 | 0,007 | 0,007 | 0,010 | 0,006 |

ПРИЛОЖЕНИЕ Е

(обязательное)

ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ КООРДИНАТЫ ХАРАКТЕРНЫХ ТОЧЕК
И ИЗМЕРЕННЫЕ ДЛИНЫ ЛИНИЙ МЕЖДУ НИМИ

| № ХТ | Пространственные параметры (м) | | | Длины линий (м) | | | |
|------|--------------------------------|-------------|----------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|
| | <i>x</i> | <i>y</i> | <i>H</i> | <i>S</i> _{ПЛОС} | <i>S</i> _{ПРОСТ} | <i>L</i> _{ПЛОС} | <i>L</i> _{ПРОСТ} |
| A634 | 4800472,54 | 23277823,61 | 19,14 | | | | |
| | | | | 94,58 | 94,77 | 94,16 | 94,35 |
| A635 | 4800480,34 | 23277917,87 | 13,09 | | | | |
| | | | | 114,45 | 114,47 | 114,14 | 114,16 |
| A636 | 4800489,74 | 23278031,93 | 11,17 | | | | |
| | | | | 174,00 | 174,00 | 173,23 | 173,23 |
| A637 | 4800504,19 | 23278205,33 | 10,94 | | | | |
| | | | | 87,32 | 87,33 | 87,29 | 87,29 |
| A638 | 4800561,39 | 23278271,30 | 10,02 | | | | |
| | | | | 408,98 | 409,02 | 408,82 | 408,86 |
| A639 | 4800829,38 | 23278580,25 | 4,03 | | | | |
| | | | | 255,85 | 255,86 | 255,75 | 255,76 |
| A640 | 4800997,05 | 23278773,50 | 2,05 | | | | |
| | | | | 367,09 | 367,09 | 366,95 | 366,95 |
| A641 | 4801237,65 | 23279050,75 | 1,13 | | | | |
| | | | | 158,38 | 158,38 | 158,32 | 158,32 |
| A642 | 4801341,47 | 23279170,36 | 2,12 | | | | |
| | | | | 87,75 | 87,75 | 87,72 | 87,72 |
| A649 | 4801355,60 | 23279256,96 | 2,57 | | | | |
| | | | | 59,66 | 59,67 | 59,06 | 59,07 |
| A650 | 4801365,10 | 23279315,86 | 1,56 | | | | |
| | | | | 76,42 | 76,42 | 76,39 | 76,39 |
| A651 | 4801377,27 | 23279391,31 | 1,17 | | | | |

| № ХТ | Пространственные параметры (м) | | | Длины линий (м) | | | |
|------|--------------------------------|-------------|----------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|
| | <i>x</i> | <i>y</i> | <i>H</i> | <i>S</i> _{ПЛОС} | <i>S</i> _{ПРОСТ} | <i>L</i> _{ПЛОС} | <i>L</i> _{ПРОСТ} |
| | | | | 48,71 | 48,73 | 48,69 | 48,71 |
| A652 | 4801385,02 | 23279439,40 | 2,57 | | | | |
| | | | | 89,35 | 89,35 | 89,31 | 89,31 |
| A653 | 4801399,23 | 23279527,61 | 3,47 | | | | |
| | | | | 52,05 | 52,05 | 52,03 | 52,03 |
| A654 | 4801407,52 | 23279578,99 | 2,92 | | | | |
| | | | | 240,94 | 240,94 | 240,84 | 240,84 |
| A655 | 4801445,82 | 23279816,86 | 3,58 | | | | |
| | | | | 58,36 | 58,36 | 58,34 | 58,34 |
| A656 | 4801455,12 | 23279874,48 | 3,33 | | | | |
| | | | | 184,84 | 184,84 | 184,76 | 184,76 |
| A657 | 4801484,60 | 23280056,96 | 2,17 | | | | |
| | | | | 36,87 | 36,88 | 36,86 | 36,86 |
| A658 | 4801490,49 | 23280093,36 | 2,58 | | | | |
| | | | | 50,16 | 50,18 | 50,14 | 50,16 |
| A659 | 4801498,48 | 23280142,87 | 1,07 | | | | |
| | | | | 369,69 | 369,70 | 369,55 | 369,55 |
| A660 | 4801557,34 | 23280507,85 | 1,95 | | | | |
| | | | | 199,58 | 199,58 | 199,5 | 199,50 |
| A661 | 4801589,13 | 23280704,88 | 2,88 | | | | |
| | | | | 341,89 | 341,89 | 341,76 | 341,76 |
| A662 | 4801643,71 | 23281042,39 | 2,57 | | | | |
| | | | | 320,88 | 320,89 | 320,76 | 320,76 |
| A663 | 4801695,06 | 23281359,13 | 3,46 | | | | |
| | | | | 330,25 | 330,25 | 330,12 | 330,12 |
| A664 | 4801748,11 | 23281685,09 | 2,93 | | | | |
| | | | | 214,39 | 214,39 | 214,3 | 214,30 |
| A665 | 4801934,32 | 23281791,34 | 2,17 | | | | |

| № ХТ | Пространственные параметры (м) | | | Длины линий (м) | | | |
|------|--------------------------------|-------------|----------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|
| | <i>x</i> | <i>y</i> | <i>H</i> | <i>S</i> _{ПЛОС} | <i>S</i> _{ПРОСТ} | <i>L</i> _{ПЛОС} | <i>L</i> _{ПРОСТ} |
| | | | | 108,22 | 108,22 | 108,17 | 108,17 |
| A666 | 4802028,35 | 23281844,90 | 2,59 | | | | |
| | | | | 318,59 | 318,60 | 318,47 | 318,47 |
| A667 | 4802241,16 | 23282081,99 | 1,80 | | | | |
| | | | | 161,03 | 161,03 | 160,97 | 160,97 |
| A668 | 4802374,11 | 23282172,86 | 1,95 | | | | |
| | | | | 306,85 | 306,85 | 306,73 | 306,73 |
| A669 | 4802627,53 | 23282345,89 | 2,48 | | | | |
| | | | | 249,51 | 249,51 | 249,41 | 249,41 |
| A670 | 4802763,94 | 23282554,80 | 3,45 | | | | |
| | | | | 389,13 | 389,13 | 388,98 | 388,98 |
| A671 | 4802976,68 | 23282880,63 | 3,17 | | | | |
| | | | | 366,10 | 366,10 | 365,96 | 365,96 |
| A672 | 4803176,80 | 23283187,19 | 3,59 | | | | |
| | | | | 330,58 | 330,58 | 330,45 | 330,45 |
| A673 | 4803357,59 | 23283463,96 | 4,85 | | | | |
| | | | | 300,89 | 300,89 | 300,77 | 300,77 |
| A674 | 4803522,14 | 23283715,87 | 4,19 | | | | |
| | | | | 17,20 | 17,21 | 17,2 | 17,21 |
| A675 | 4803531,54 | 23283730,27 | 3,59 | | | | |
| | | | | 86,68 | 86,69 | 86,65 | 86,66 |
| A676 | 4803575,04 | 23283805,25 | 2,36 | | | | |
| | | | | 233,27 | 233,27 | 233,17 | 233,17 |
| A679 | 4803692,05 | 23284007,05 | 2,39 | | | | |
| | | | | 176,62 | 176,62 | 176,55 | 176,55 |
| A680 | 4803780,59 | 23284159,87 | 3,54 | | | | |
| | | | | 367,51 | 367,51 | 367,36 | 367,36 |
| A681 | 4804103,27 | 23284335,77 | 2,67 | | | | |

| № ХТ | Пространственные параметры (м) | | | Длины линий (м) | | | |
|------|--------------------------------|-------------|----------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|
| | <i>x</i> | <i>y</i> | <i>H</i> | <i>S</i> _{ПЛОС} | <i>S</i> _{ПРОСТ} | <i>L</i> _{ПЛОС} | <i>L</i> _{ПРОСТ} |
| | | | | 449,58 | 449,59 | 449,4 | 449,40 |
| A682 | 4804498,01 | 23284550,96 | 3,84 | | | | |
| | | | | 385,18 | 385,18 | 385,02 | 385,02 |
| A683 | 4804836,21 | 23284735,31 | 3,35 | | | | |
| | | | | 320,67 | 320,67 | 320,54 | 320,54 |
| A684 | 4805117,77 | 23284888,78 | 3,18 | | | | |
| | | | | 187,38 | 187,38 | 187,3 | 187,30 |
| A685 | 4805282,27 | 23284978,50 | 2,71 | | | | |
| | | | | 69,12 | 69,12 | 69,09 | 69,09 |
| A686 | 4805330,59 | 23285027,93 | 2,84 | | | | |
| | | | | 350,60 | 350,60 | 350,46 | 350,46 |
| A687 | 4805575,64 | 23285278,66 | 3,47 | | | | |
| | | | | 360,58 | 360,58 | 360,43 | 360,43 |
| A688 | 4805827,64 | 23285536,57 | 3,52 | | | | |
| | | | | 240,95 | 240,95 | 240,85 | 240,85 |
| A689 | 4805996,02 | 23285708,91 | 4,04 | | | | |
| | | | | 233,16 | 233,17 | 233,06 | 233,07 |
| A690 | 4806159,00 | 23285875,65 | 6,57 | | | | |
| | | | | 138,21 | 138,21 | 138,16 | 138,16 |
| A691 | 4806292,56 | 23285911,19 | 7,08 | | | | |
| | | | | 64,66 | 64,67 | 64,64 | 64,65 |
| A692 | 4806355,04 | 23285927,84 | 7,98 | | | | |
| | | | | 259,99 | 260,00 | 259,89 | 259,90 |
| A693 | 4806606,25 | 23285994,86 | 10,18 | | | | |
| | | | | 237,88 | 237,89 | 237,78 | 237,79 |
| A694 | 4806836,06 | 23286056,27 | 12,72 | | | | |
| | | | | 295,34 | 295,35 | 295,22 | 295,23 |
| A695 | 4806941,64 | 23286332,09 | 15,45 | | | | |

| № ХТ | Пространственные параметры (м) | | | Длины линий (м) | | | |
|------|--------------------------------|-------------|----------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|
| | <i>x</i> | <i>y</i> | <i>H</i> | <i>S</i> _{ПЛОС} | <i>S</i> _{ПРОСТ} | <i>L</i> _{ПЛОС} | <i>L</i> _{ПРОСТ} |
| | | | | 334,01 | 334,89 | 333,88 | 334,76 |
| A696 | 4807061,03 | 23286644,03 | 39,77 | | | | |
| | | | | 185,02 | 185,13 | 184,95 | 185,06 |
| A697 | 4807127,20 | 23286816,81 | 46,18 | | | | |
| | | | | 156,63 | 156,99 | 156,57 | 156,93 |
| A698 | 4807129,12 | 23286973,43 | 56,79 | | | | |
| | | | | 64,04 | 71,40 | 64,02 | 71,37 |
| A699 | 4807129,90 | 23287037,47 | 88,35 | | | | |
| | | | | 176,96 | 180,00 | 176,89 | 179,93 |
| A700 | 4807132,13 | 23287214,41 | 121,29 | | | | |
| | | | | 77,59 | 79,08 | 77,56 | 79,05 |
| A701 | 4807145,51 | 23287290,84 | 136,56 | | | | |
| | | | | 108,24 | 108,41 | 108,2 | 108,37 |
| A702 | 4807164,15 | 23287397,46 | 142,67 | | | | |
| | | | | 400,04 | 400,05 | 399,89 | 399,89 |
| A703 | 4807232,90 | 23287791,55 | 144,21 | | | | |
| | | | | 113,78 | 113,83 | 113,73 | 113,78 |
| A704 | 4807322,16 | 23287862,10 | 147,45 | | | | |
| | | | | 239,36 | 239,37 | 239,26 | 239,28 |
| A705 | 4807509,94 | 23288010,53 | 150,19 | | | | |
| | | | | 179,43 | 179,49 | 179,36 | 179,42 |
| A706 | 4807650,71 | 23288121,79 | 154,72 | | | | |
| | | | | 62,80 | 62,92 | 62,77 | 62,89 |
| A707 | 4807700,00 | 23288160,72 | 158,65 | | | | |
| | | | | 149,29 | 160,70 | 149,23 | 160,64 |
| A708 | 4807817,19 | 23288253,21 | 99,18 | | | | |
| | | | | 84,67 | 90,43 | 84,63 | 90,39 |
| A709 | 4807883,67 | 23288305,64 | 67,41 | | | | |

| № ХТ | Пространственные параметры (м) | | | Длины линий (м) | | | |
|------|--------------------------------|-------------|----------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|
| | <i>x</i> | <i>y</i> | <i>H</i> | <i>S</i> _{ПЛОС} | <i>S</i> _{ПРОСТ} | <i>L</i> _{ПЛОС} | <i>L</i> _{ПРОСТ} |
| | | | | 181,37 | 183,41 | 181,29 | 183,34 |
| A710 | 4808026,16 | 23288417,84 | 40,08 | | | | |
| | | | | 24,35 | 34,06 | 24,34 | 34,05 |
| A711 | 4808045,30 | 23288432,90 | 16,27 | | | | |
| | | | | 105,27 | 105,27 | 105,22 | 105,22 |
| A712 | 4808127,93 | 23288498,12 | 16,91 | | | | |
| | | | | 178,69 | 178,71 | 178,52 | 178,54 |
| A713 | 4808268,29 | 23288608,70 | 14,29 | | | | |
| | | | | 186,40 | 186,42 | 186,28 | 186,30 |
| A714 | 4808414,87 | 23288723,85 | 17,33 | | | | |
| | | | | 82,24 | 82,24 | 82,20 | 82,20 |
| A715 | 4808479,47 | 23288774,73 | 17,29 | | | | |
| | | | | 86,98 | 87,07 | 86,94 | 87,02 |
| A716 | 4808547,84 | 23288828,50 | 13,47 | | | | |
| | | | | 250,22 | 250,23 | 250,12 | 250,13 |
| A717 | 4808744,42 | 23288983,33 | 11,57 | | | | |
| | | | | 263,48 | 263,48 | 263,45 | 263,45 |
| A718 | 4809007,89 | 23288982,05 | 11,85 | | | | |
| | | | | 68,56 | 68,56 | 68,53 | 68,54 |
| A719 | 4809076,45 | 23288981,74 | 10,91 | | | | |
| | | | | 64,45 | 64,46 | 64,43 | 64,44 |
| A720 | 4809140,90 | 23288981,43 | 9,57 | | | | |
| | | | | 222,16 | 222,20 | 222,09 | 222,13 |
| A721 | 4809293,37 | 23288819,85 | 13,58 | | | | |
| | | | | 314,05 | 314,35 | 313,92 | 314,21 |
| A722 | 4809515,44 | 23289041,92 | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | ∑ | 15787,98 | 15831,49 | 15779,74 | 15823,24 |