



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

Инженерная школа природных ресурсов  
Направление подготовки 21.04.02 Землеустройство и кадастры  
ООП Современные технологии в кадастровой и землеустроительной деятельности  
Отделение геологии

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА МАГИСТРАНТА**

Тема работы
<i>Апробация методики информационного обеспечения кадастровых работ с применением геофизических методов съемки подземных сооружений</i>

УДК 004:528.48:625.78

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2УМ11	Ростовцев Виталий Валерьевич		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Гатина Н.В.	к.т.н.		

**КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Рыжакина Т.Г.	к.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Сечин А.А.	к.т.н.		

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Руководитель ООП/ОПОП, должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Козина М.В.	к.т.н.		

Томск – 2023 г.

Планируемые результаты освоения ООП 21.04.02 Землеустройство и  
кадастры

Код компетенции ФГОС	Наименование компетенции ФГОС	Код компетенции СУОС	Наименование компетенции СУОС
Универсальные компетенции			
УК-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий	УК(У)-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий
УК-2	Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	УК(У)-2	Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла
УК-3	Способен организовывать и руководить работой команды, выработывая командную стратегию для достижения поставленной цели	УК(У)-3	Способен организовывать и руководить работой команды, выработывая командную стратегию для достижения поставленной цели
УК-4	Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия	УК(У)-4	Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном (-ых) языке (-ах), для академического и профессионального взаимодействия
УК-5	Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия	УК(У)-5	Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия
УК-6	Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки	УК(У)-6	Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки
Общепрофессиональные компетенции			
ОПК-1	Способен решать производственные задачи и (или) осуществлять научно-исследовательскую деятельность на основе фундаментальных знаний в области землеустройства и кадастров	ОПК(У)-1	Способен решать производственные задачи и (или) осуществлять научно-исследовательскую деятельность на основе фундаментальных знаний в области землеустройства и кадастров

Код компетенции ФГОС	Наименование компетенции ФГОС	Код компетенции СУОС	Наименование компетенции СУОС
ОПК-2	Способен разрабатывать научно-техническую, проектную и служебную документацию, оформлять научно-технические отчеты, обзоры, публикации, рецензии в области землеустройства и кадастров с применением геоинформационных систем и современных технологий	ОПК(У)-2	Способен разрабатывать научно-техническую, проектную и служебную документацию, оформлять научно-технические отчеты, обзоры, публикации, рецензии в области землеустройства и кадастров с применением геоинформационных систем и современных технологий
ОПК-3	Способен осуществлять поиск, обработку и анализ информации для принятия решений в научной и практической деятельности	ОПК(У)-3	Способен осуществлять поиск, обработку и анализ информации для принятия решений в научной и практической деятельности
ОПК-4	Способен определять методы, технологии выполнения исследований, оценивать и обосновывать результаты научных разработок в землеустройстве, кадастрах и смежных областях	ОПК(У)-4	Способен определять методы, технологии выполнения исследований, оценивать и обосновывать результаты научных разработок в землеустройстве, кадастрах и смежных областях
ОПК-5	Способен разрабатывать и реализовывать образовательные программы в сфере своей профессиональной деятельности	ОПК(У)-5	Способен разрабатывать и реализовывать образовательные программы в сфере своей профессиональной деятельности
<b>Профессиональные компетенции</b>			
		ПК(У)-1	Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности
		ПК(У)-2	Способность проводить инженерное (технологическое) сопровождение процессов инженерно-геодезических изысканий в сфере землеустройства и кадастров
		ПК(У)-3	Способен понимать принципы государственного кадастрового учета и государственной регистрации прав на недвижимое имущество, землеустройства, геодезии, картографии и смежных областей знаний



<i>(с указанием разделов)</i>	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Доцент, к.э.н., Рыжакина Т.Г.
Социальная ответственность	Доцент, к.т.н., Сечин А.А.
Раздел на иностранном языке	Доцент, к.ф.н., Болсуновская Л.М.
<b>Названия разделов, которые должны быть написаны на иностранном языке:</b>	
Современное состояние методики выполнения кадастровых работ в отношении линейных объектов	

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	
---	--

**Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Гатина Н.В,	к.т.н		

**Задание принял к исполнению обучающийся:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2УМ11	Ростовцев В.В.		

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

Инженерная школа природных ресурсов  
 Направление подготовки 21.04.02 Землеустройство и кадастры  
 Отделение геологии  
 Период выполнения весенний семестр 2022/2023 учебного года

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН  
выполнения выпускной квалификационной работы**

Обучающийся:

Группа	ФИО
2УМ11	Ростовцев Виталий Валерьевич

Тема работы:

<i>Апробация методики информационного обеспечения кадастровых работ с применением геофизических методов съемки подземных сооружений</i>
---

Срок сдачи обучающимся выполненной работы:	05.06.2023
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
03.04.23	Современное состояние методики выполнения кадастровых работ в отношении линейных объектов	20
17.04.23	Теоретическая апробация методики	20
02.05.23	Практическая апробация методики	20
15.05.23	Социальная ответственность	20
29.05.23	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	20
	Итого	100

**СОСТАВИЛ:**

**Руководитель ВКР**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Гатина Н.В,	к.т.н		

**СОГЛАСОВАНО:**

**Руководитель ООП/ОПОП**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Козина М.В.	к.т.н.		

**Обучающийся**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2УМ11	Ростовцев В.В.		

## Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 141 страницу, в том числе 25 рисунка, 32 таблицы. Список литературы включает 60 источников. Работа содержит 1 приложение.

Ключевые слова: кадастровый учет, подземные линейные сооружения, геофизические методы, информационное обеспечение кадастровых работ, георадиолокация, 3D-кадастр.

Объектом исследования является технология информационного обеспечения кадастровых работ в отношении подземных линейных сооружений с применением геофизических методов.

Цель исследования – оценка применимости геофизических методов для координирования и поиска подземных инженерных сооружений.

В ходе итоговой квалификационной работы проанализированы нормативные возможности и предпосылки к применению геофизических методов для проведения поиска и координации подземных линейных сооружений. Оценены возможности геофизических методов и их применимость для информационного обеспечения кадастровых работ в отношении подземных сооружений.

Был выявлен наиболее универсальный и удобный метод для информационного обеспечения кадастровых работ в отношении подземных сооружений. Предложена методика по информационному обеспечению кадастровых работ с применением георадиолокации.

Область применения: кадастровый учет подземных сооружений.

## Содержание

Реферат .....	7
Введение.....	11
1. Современное состояние методики выполнения кадастровых работ в отношении линейных объектов .....	12
1.1. Информационно-аналитический обзор .....	12
1.2. Анализ информационного обеспечения выполнения кадастровых работ в отношении линейных наземных и подземных инженерных сооружений .....	18
2. Теоретическая апробация методики .....	30
2.1. Краткое изложение сути апробируемой методики .....	30
2.2. Анализ методики информационного обеспечения кадастровых работ в отношении линейных сооружений.....	35
2.2.1. Описание физико-геологической модели.....	37
2.2.2. Анализ возможностей трассоискателей и трубокабелеискателей.....	41
2.2.3. Анализ георадарной съемки.....	43
2.2.4. Тепловизионная съемка.....	46
2.3. Выводы по теоретической апробации методики.....	47
3. Практическая апробация методики.....	50
3.1. Теоретические основы метода георадиолокации.....	50
3.2. Методика проведения георадиолокации.....	62
3.3. Алгоритмы обработки радарограмм.....	66
3.3.1. Просмотр и редактирование данных.....	66
3.3.2. Коррекция амплитуд .....	67
3.3.3. Линейная обработка сигналов (фильтрация) .....	68
3.3.4. Повышение разрешающей способности (деконволюция).....	69
3.3.5. Определение скорости распространения волн.....	70
3.4. Опытные георадарные работы .....	71
3.5. Выводы по практической апробации .....	74

3.6. Предлагаемая методика выполнения полевых измерений георадаром в целях кадастровых работ .....	75
3.6.1. Выбор сети профилей .....	76
3.6.2. Определение параметров съемки .....	77
3.6.3. Методика проведения съемки и выбор аппаратуры.....	78
3.6.4. Применение данных съемки в кадастровом учете.....	79
4. Социальная ответственность .....	82
4.1. Введение .....	82
4.2. Правовые и организационные вопросы безопасности .....	82
4.3. Производственная безопасность.....	85
4.4. Экологическая безопасность .....	90
4.5. Безопасность в чрезвычайных ситуациях .....	91
4.6. Расчет системы искусственного освещения .....	93
4.7. Выводы по разделу .....	96
5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	98
5.1. Предпроектный анализ .....	99
5.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования .....	99
5.1.2 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	99
5.1.3 SWOT-анализ.....	101
5.1.4 Оценка готовности проекта к коммерциализации.....	103
5.1.5 Методы коммерциализации результатов научно-технического исследования.....	106
5.2. Инициация проекта .....	107
5.3. Планирование управления научно-техническим проектом.....	109
5.3.1 Иерархическая структура работ проекта.....	109
5.3.2 План проекта.....	110
5.4. Бюджет научного исследования .....	112
5.4.1 Организационная структура проекта .....	119
5.4.2 План управления коммуникациями проекта.....	120
5.4.3 Реестр рисков проекта .....	121

5.5. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности .....	121
5.5.1 Оценка абсолютной эффективности исследования.....	121
5.5.2 Оценка сравнительной эффективности исследования.....	127
Заключение .....	131
Список использованных источников.....	132

## Введение

Кадастровый учет подземных сооружений крайне важен, поскольку точные знания о местоположении, типе, сроке ввода в эксплуатацию подземного сооружения позволяют значительно снизить аварийность на таких объектах за счет своевременных ремонтных работ и минимизации опасности повреждения подземных сооружений при проведении различных действий в непосредственной близости от них. Развитие инфраструктуры повышает эту важность в разы. Кроме того, с развитием инфраструктуры возникает необходимость строительства подземных сооружений на разных глубинах, причем такие сооружения могут пересекаться или накладываться друг на друга. В связи с этим, возникает необходимость точного их позиционирования в трехмерном пространстве. К сожалению, стандартные геодезические методы, применяемые в кадастровом учете, не в полной мере отвечают современным задачам кадастровых работ в этой области. В связи с этим требуется принятие новой методики информационного обеспечения кадастровых работ в отношении подземных сооружений. Именно в этом и заключается актуальность данной тематики.

В соответствии с современными трендами в науке, мультидисциплинарность является ключом решению данной проблемы. На помощь геодезии может прийти геофизика, ведь она изначально ориентирована на поиск подземных объектов, расположенных на разных глубинах, без непосредственного контакта с искомым объектом. В данной работе мы оценим применимость геофизических методов для решения задачи точно позиционирования подземного объекта и предложим вариант новой методики информационного обеспечения кадастровых работ в отношении подземных сооружений.

# 1 Современное состояние методики выполнения кадастровых работ в отношении линейных объектов

## 1.1 Информационно-аналитический обзор

Кадастровый учет подземных сооружений крайне важен, поскольку точные знания о местоположении, типе, сроке ввода в эксплуатацию подземного сооружения позволяют значительно снизить аварийность на таких объектах за счет своевременных ремонтных работ и минимизации опасности повреждения подземных сооружений при проведении различных действий в непосредственной близости от них. Развитие инфраструктуры повышает это важность в разы. Кроме того, с развитием инфраструктуры возникает необходимость строительства подземных сооружений на разных глубинах, причем такие сооружения могут пересекаться или накладываться друг на друга. В связи с этим, возникает необходимость точного их позиционирования в трехмерном пространстве. К сожалению, стандартные геодезические методы, применяемые в кадастровом учете, не в полной мере отвечают современным задачам кадастровых работ в этой области.

С точки зрения кадастрового учета подземные сооружения являются объектом капитального строительства, причем, как правило, линейным. Согласно пункту 10.1 статьи 1 Градостроительного кодекса к линейным объектам относятся линии электропередачи, линии связи (в том числе линейно-кабельные сооружения), трубопроводы, автомобильные дороги, железнодорожные линии и другие подобные сооружения [13].

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 [1], сведения о которых относятся к категории

ограниченного доступа, осуществлялись организациями технического учета и технической инвентаризации объектов капитального строительства.

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)» [2].

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

На сегодняшний день информационные системы успешно развиваются и функционируют на территории всей Российской Федерации [3]. 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» [4] в настоящее время развиваются ГИС федерального, регионального, муниципального уровней, представленные на рисунке 2, в сфере градостроительства и территориального планирования [5] и других смежных областях.

В качестве федеральных выступает Федеральная государственная информационная система Единого государственного реестра недвижимости (ФГИС ЕГРН) [6], 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.

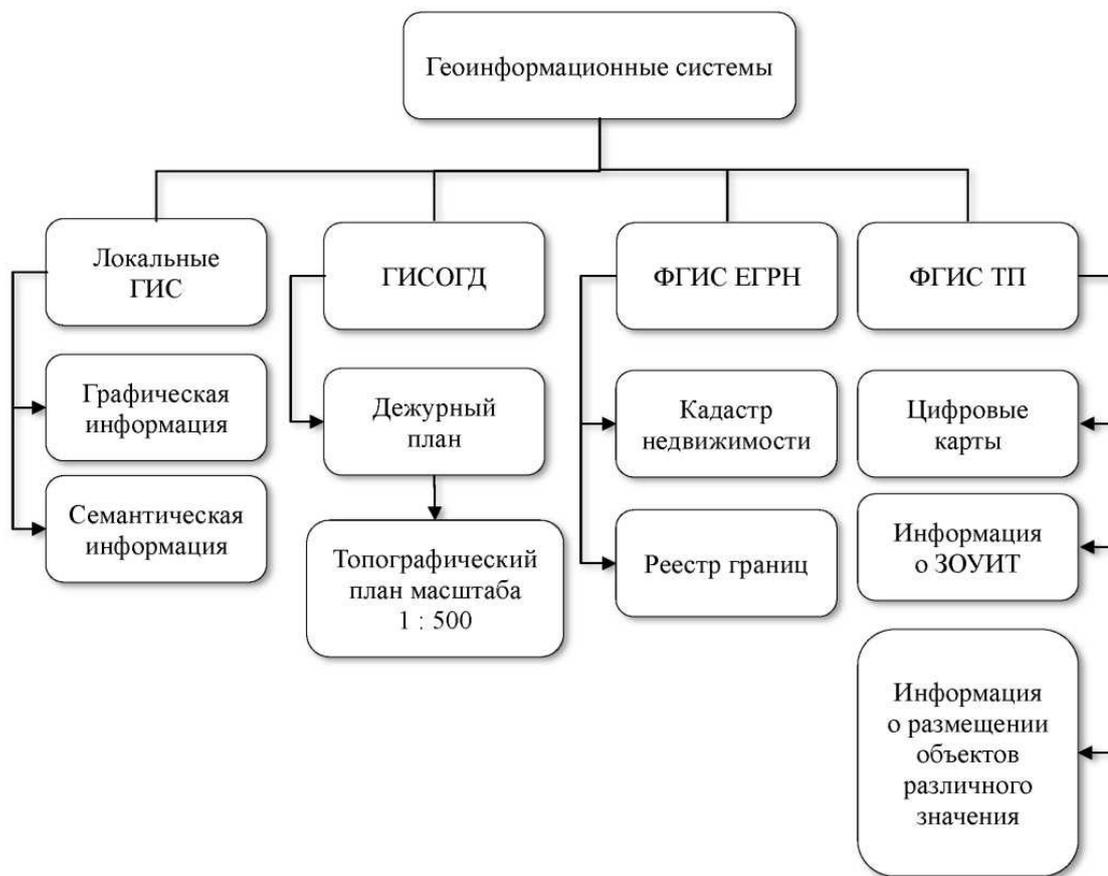


Рисунок 1 – Классификация существующих информационных систем, содержащих сведения о линейных инженерных сооружениях

Помимо Единого государственного реестра недвижимости, который представляет собой свод достоверных систематизированных сведений в текстовой форме (семантические сведения) и графической форме (графические сведения) [7], существуют и другие смежные информационные системы. По средствам таких информационных систем государство обеспечивает качественное оказание государственных услуг и формирует благоприятный инвестиционный климат [8, 9].

К федеральным информационным системам, наряду с ФГИС ЕГРН, относится 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 [10, 11]. 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.

К региональным информационным системам относятся государственные информационные системы обеспечения градостроительной деятельности [12, 13], 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.

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 [14].

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.

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 [15] потребителям о линейных инженерных сооружениях препятствует невозможность сопоставления данных о таких объектах в едином геоинформационном пространстве [16, 17, 18, 19, 20], 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 [21].

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 [22, 23] с применением системного подхода и увязки существующих ресурсов.

## 1.2 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 [7].

Согласно п. 7 ст. 1 Федерального закона от 13.07.2015 № 218-ФЗ (ред. от 31.07.2020) «О государственной регистрации недвижимости» [7], 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 [13], ОКС – здание, строение, сооружение, объекты, строительство которых не завершено (объекты незавершенного строительства), за исключением некапитальных строений, сооружений и неотделимых улучшений земельного участка (замощение, 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» [24], 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 Семенова О.С. [25], Картозия Б.А. [26], предложившие общую классификацию таких сооружений, деля их по функциональному назначению, основываясь на мировом опыте освоения наземного и подземного пространства. Некоторые исследователи [27] 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. [28] 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 2.



Рисунок 2 – Актуализированная классификация линейных сооружений по назначению, основным параметрам и типу местоположения [25, 26, 27, 28]

В данном исследовании особое внимание уделено подземным линейным инженерным сооружениям.

Согласно п. 7 ст. 1 Федерального закона от 13.07.2015 № 218-ФЗ (ред. от 31.07.2020) «О государственной регистрации недвижимости» [7], 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 [7].

Посредством выполнения кадастровых работ происходит наполнение ЕГРН актуальными и достоверными сведениями об объектах недвижимости [29], 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» [7] 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 [7] 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 3 – 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» [30];
- 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 [31]. Правовой режим установления таких зон регламентируется градостроительным и земельным законодательством [13, 32], 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 [33].

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.

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

На сегодняшний день, согласно Федеральному закону «О кадастровой деятельности» [34], только кадастровые инженеры имеют полномочия по осуществлению кадастровой деятельности.

Алгоритм выполнения кадастровых работ можно представить в виде схемы, представленной на рисунках 4 и 5.

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 [35] 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.

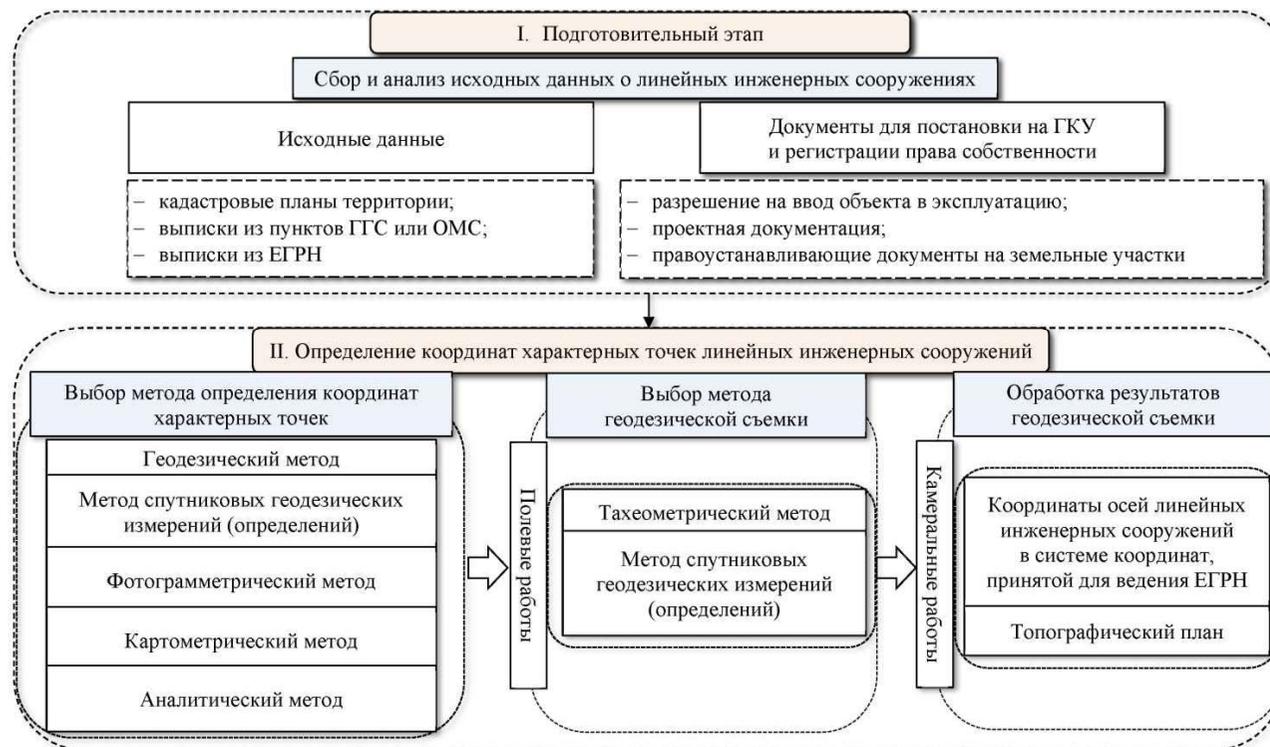


Рисунок 4 – Первый и второй этапы актуализированного алгоритма выполнения кадастровых работ в отношении линейных инженерных сооружений



Рисунок 5 – 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 [36]. 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 [35]:

- геодезический способ (использование традиционных наземных измерительных технологий);
- способ спутниковых геодезических определений (широко используемый в настоящее время способ, особенно режим RTK, 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  $\alpha$ , угла наклона  $\gamma$ . 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.

## 2 Теоретическая апробация методики

### 2.1 Краткое изложение сути апробируемой методики

Проблемами совершенствования методики информационного обеспечения кадастровых работ занимались многие авторы. Однако, при рассмотрении их работ выясняется, что практически все они концентрируются на трех направлениях – либо совершенствование наземных съемок, либо совершенствование юридических аспектов, либо совершенствование систем сбора и обработки информации. Так, например, работы Литвинцева К.А. [59], Гура Д.А. и Павлюковой А.П. [60] посвящены применению стереоаэросъемке и применению лазерного сканирования, а работа Атаманова С.А. посвящена математическому моделированию оптимальной системы сбора и анализа кадастровой информации [58]. Все эти работы достаточно интересны, однако они страдают тем недостатком, что посвящены главным образом одному элементу информационного обеспечения кадастровых работ.

В отличие от них, методика, предлагаемая Гатиной Н.В. [40], является комплексной и охватывает практически все аспекты методики информационного обеспечения кадастровых работ. В данной работе мы будем апробировать именно эту методику, как наиболее полную и универсальную.

Апробируемая методика информационного обеспечения кадастровых работ в отношении линейных сооружений предполагает последовательное выполнение четырех этапов [40].

Первый этап назван подготовительным и подразумевает 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.

Следует отметить, что у каждого сооружения есть цикл жизни, который включает в себя следующие стадии: проектирование, сооружение

(строительство), эксплуатация, обслуживание, реконструкция, ликвидация. Кадастровые работы проводятся в основном на этапах строительства, реконструкции и ликвидации, при этом привлекается информация, которая формируется на остальных стадиях жизненного цикла объектов.

В методике достаточно подробно описываются документы, необходимые для проведения кадастровых работ на каждой стадии жизненного цикла объекта, а также алгоритмы их получения. Нам главным образом будет интересовать алгоритм получения данных для уже существующих линейных объектов, в том числе подземных.

Такой алгоритм представлен на рисунке 6.



Второй этап методики подразумевает выполнение полевых и камеральных работ с определением параметров объектов в зависимости от расположения объекта и стадии жизненного цикла. Кроме того, второй этап подразумевает 3Д моделирование объекта по полученным данным.

При наземном и надземном расположении линейных инженерных сооружений предлагается использовать метод наземного, воздушного или мобильного лазерного сканирования [40].

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 [40].

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 3Д-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 3Д-модели [40].

Схематически описанный выше алгоритм представлен на рисунке 7.

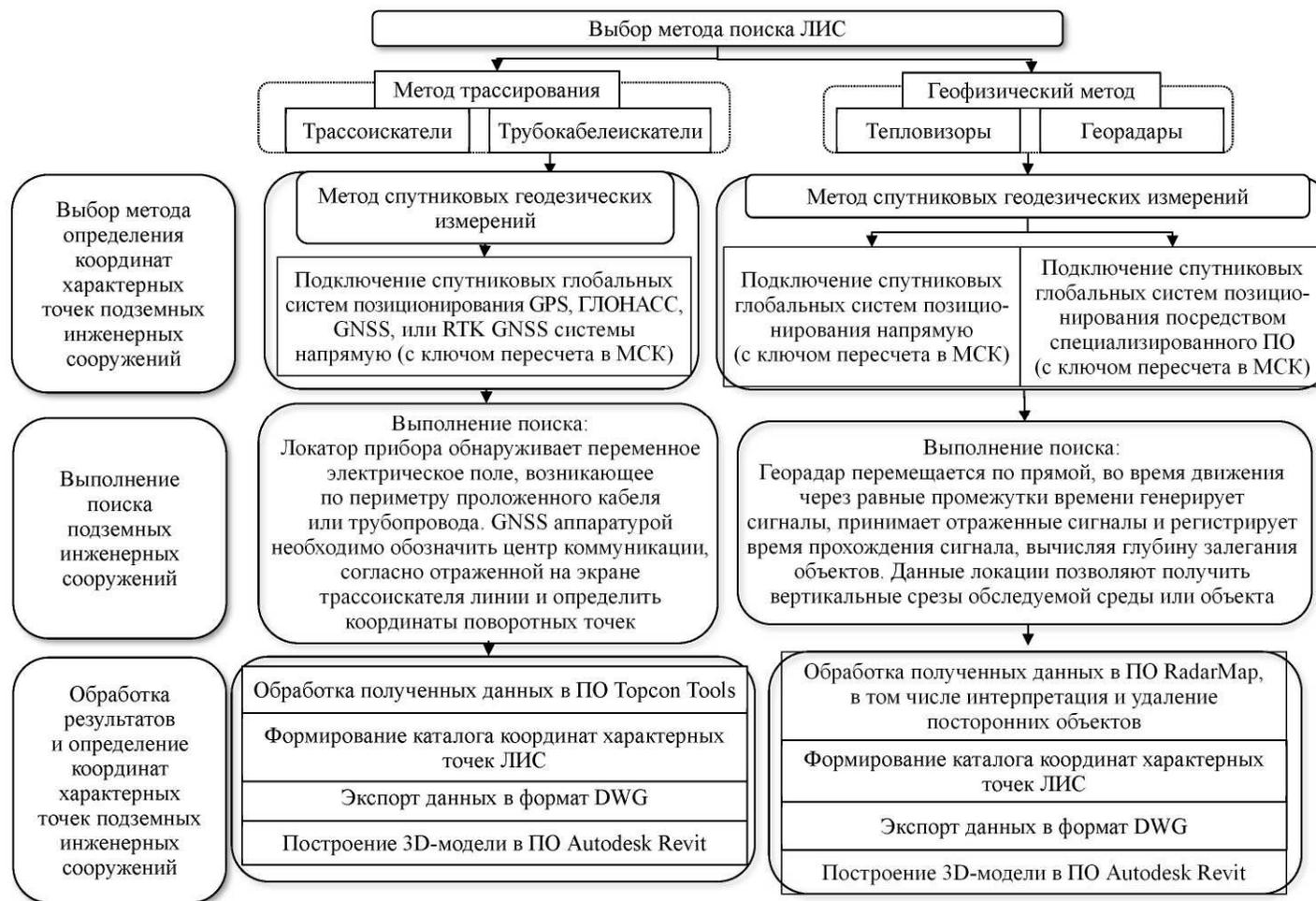


Рисунок 7 – Разработанный алгоритм выбора метода поиска линейных инженерных сооружений

Третий этап заключается во внесении актуальных сведений в ЕГРН, а также в предоставлении 3D моделей для различных цифровых сервисов.

Четвертый этап заключается в определении методики составления основных разделов технического плана. Схематично данный алгоритм представлен на рисунке 8.



Рисунок 8 – Предлагаемый алгоритм формирования технического плана ЛИС

2.2 Анализ методики информационного обеспечения кадастровых работ в отношении линейных сооружений.

Анализ данной методики будем проводить по этапам, концентрируясь главным образом на подземных линейных сооружениях. Анализ будем концентрировать на двух аспектах: возможности выполнения с точки зрения законодательства и технической возможности выполнения.

Первый этап, подразумевающий сбор документов, технически ограничен только наличием тем самых документов. Основываясь на этом, можно сказать, что технически он полностью выполним и эффективен. Не вызывает так же никаких сомнений, поскольку существует достаточно обширная нормативная база, в которой описаны как необходимые процедуры, так и документы для государственного кадастрового учета [6, 7, 13, 24, 30, 34]. Отметим, что поскольку третий и четвертый этапы по сути являются результатом первого и второго этапа, а также полностью регулируются законодательством Российской Федерации в области кадастрового учета и не требуют сложных аппаратных и методических мероприятий, то они полностью удовлетворяют всем условиям законодательства и технических возможностей, а значит не требуют каких-либо улучшений и полностью применимы.

Наибольший интерес для нас представляет второй этап, подразумевающий выполнение полевых и камеральных работ для координирования линейных сооружений, в том числе подземных.

Для наземных сооружений предлагается использовать лазерное сканирование. С юридической точки зрения такую съемку можно отнести к методу спутниковых геодезических измерений (определений), поскольку не составляет технических проблем определить координаты точки стояния сканера с помощью GNSS приемника, а сам прибор обеспечит высокую точность измерения по углу и расстоянию до точки отражения лазера [35].

Гораздо сложнее дело обстоит с подземными линейными сооружениями. Для их обнаружения и координации предлагается использовать геофизические методы или трассоискатели, трубокабелеискатели. С юридической точки зрения, ни в одном из документов, относящихся к кадастровой деятельности нет как прямого разрешения, так и прямого запрещения применения подобных методов. Однако, в приказе Росреестра № П/0393 [35] в пункте 8, подпункте б, посвященном расчету погрешности определения координат, данные методы упоминаются. Таким образом, можно сделать вывод, что применение данных методов в принципе допускается.

Далее рассмотрим техническую сторону процесса. Согласно рисунку 8, первой стадией второго этапа является выбор метода поиска подземного линейного сооружения. При этом нигде в методике не описываются критерии выбора этих методов. Считаю, что оправданными критериями выбора должны служить: возможность обнаружения подземного линейного объекта без вскрыши, надежность и точность координирования, минимизация аппаратного комплекса, легкость методического исполнения, скорость интерпретации.

Возможность обнаружения подземного линейного объекта без вскрыши подразумевает способность метода определить положение подземного объекта без прямого доступа к нему в любых погодных-климатических условиях.

Надежность и точность координирования подразумевает полное соответствие требованиям приказа Росреестра № П/0393 [35].

Минимизация аппаратного комплекса подразумевает возможность метода определять положение подземных ЛИС вне зависимости от материалов их исполнения, конструктивных особенностей и назначения.

Легкость методического исполнения подразумевает возможность обнаружения объекта минимально возможной бригадой за минимально возможное время вне зависимости от категории земель, на которых проводятся работы.

Скорость интерпретации подразумевает возможность оператора однозначно классифицировать объект и определить его координаты еще в процессе проведения съемки.

### 2.2.1 Описание физико-геологической модели.

Чтобы оценить предлагаемые в методике методы по этим критериям, необходимо описать свойства объектов, предполагаемых к поиску – составить физико-геологическую модель (ФГМ), а затем необходимо сопоставить данные ФГМ с физическими основами метода.

Согласно пункту 10.1 статьи 1 Градостроительного кодекса к линейным объектам относятся линии электропередачи, линии связи (в том числе линейно-кабельные сооружения), трубопроводы, автомобильные дороги, железнодорожные линии и другие подобные сооружения [13]. Очевидно, что к подземным из данного списка можно отнести различные трубопроводы, линии связи и отчасти линии электропередачи. Именно эти типы сооружений мы и будем рассматривать в дальнейшем.

Следует сказать, что для каждого конкретного объекта ФГМ в идеале составляется отдельно, что позволяет выбрать оптимальный метод или комплекс методов, что в свою очередь значительно повышает точность и эффективность работ. Первым фактором, который мы рассмотрим, будут конструкционные материалы. Первое, что приходит на ум, когда мы говорим о конструкционных материалах трубопроводов, линий связи и линий электропередачи это различные металлы, такие как сталь, медь, алюминий. Все они являются отличными проводниками, а значит, по своему сопротивлению будут значительно отличаться от любых вмещающих грунтов. Тем не менее, в настоящее время все более широкое распространение получают пластиковые трубы для трубопроводов. В данном случае ситуация принципиально не меняется. Ведь пластик является отличным диэлектриком, что так же приводит к значительной разнице в сопротивлениях со вмещающими грунтами. Точно также оптоволоконные линии связи выполнены из непроводящих электричество материалов, а провода линий электропередачи заизолированы. Помимо этого, сталь и бегущий по проводнику переменный электрический ток порождают магнитное поле. Таким образом, кажется целесообразным применение методов, работающих на фиксацию магнитного поля. С точки зрения оставшихся параметров, таких как плотность, преимущества не очевидны, поскольку потребуется точно знать плотность всех вмещающих грунтов, что если и возможно, то значительно затянет работы и повысит их стоимость.

Следующий важный фактор – это конструкция и геометрия подземного сооружения. Существуют две основные технологии подземной прокладки подземных коммуникаций: бесканальная прокладка (Рис. 10) и подземное устройство в каналах (Рис. 9) [41].



Рисунок 9 – Подземное устройство в канале



Рисунок 10 – Бесканальная прокладка

В данном случае, для геофизических методов имеют значение два фактора. Во-первых, вне зависимости от технологии прокладки, необходимо выбирать грунт, после чего возвращать его обратно, что приводит к значительному нарушению структуры изъятых грунта по сравнению с неизменным. Во-вторых, при прокладке любым способом формируется защитный кожух круглого сечения или же канал прямоугольного сечения, что формирует в последующем измененном разрезе крутые углы падения. Оба этих фактора будут прекрасно картироваться волновыми методами, такими как сейсморазведка или георадарная съемка. Дело в том, что изменение плотности и структуры выбираемого грунта приведет к резкому изменению волновой картины, которое будет видно невооруженным взглядом, при применении минимальных алгоритмов обработки, а иногда и вовсе без их применения. Кроме того, возникновение в разрезе крутых углов падения, приведет к тому, что будут возникать волны интерференции (так называемые усы интерференции) на вершинах таких углов [42], что будет также видно на волновой картине невооруженным взглядом практически без какой-либо обработки (Рис. 11).

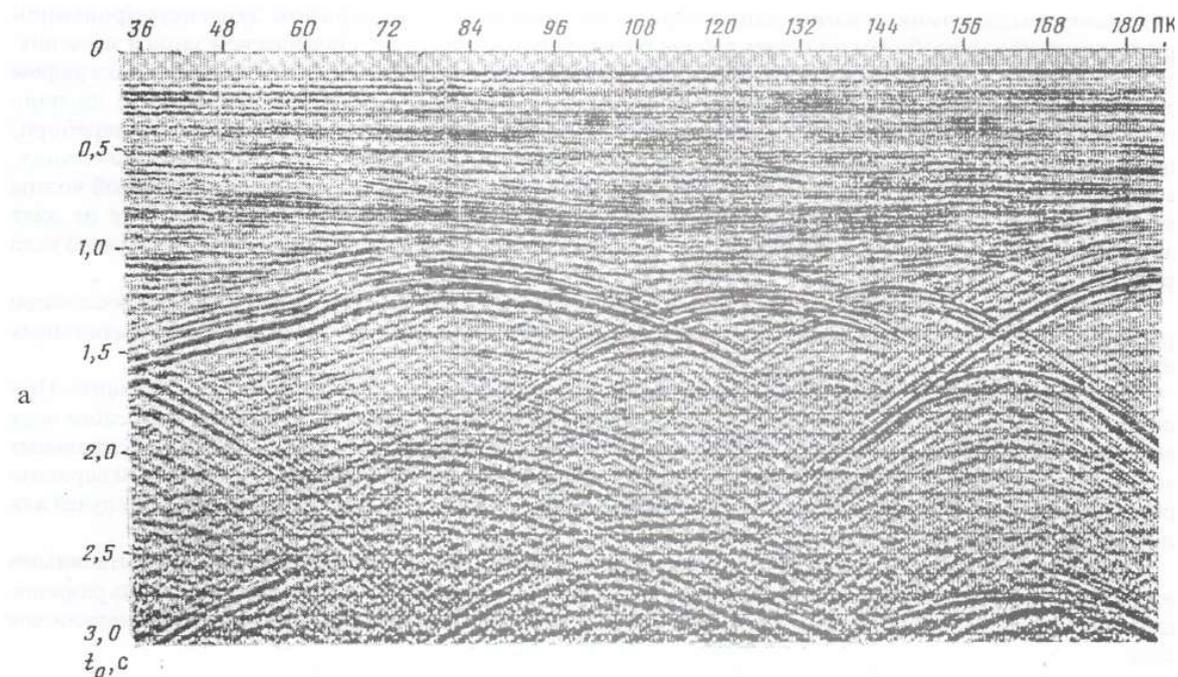


Рисунок 11 – Волновая картина с волнами интерференции

## 2.2.2 Анализ возможностей трассоискателей и трубокабелеискателей.

Прежде всего, следует отметить, что трассоискатели и трубокабелеискатели имеют одинаковое предназначение и принцип действия, так что в дальнейшем оба этих прибора мы для краткости будем называть просто трассоискателями.

Анализ выполним по следующей схеме. Сначала кратко опишем физические основы метода, а затем проведем оценку по критериям, продолженным ранее, опираясь на ФГМ.

Итак, в основе принципа работы трассоискателя положено явление электромагнетизма.

Технология поиска кабелей и труб основана на том факте, что проводящие кабели и трубы излучают радиосигналы – пассивные или активные – их можно обнаружить при помощи переносного приемника. При детектировании пассивных частот используются сигналы, идущие от подземных металлических проводников. Данные частоты можно детектировать без помощи генератора при условии, что сигналы идут от подземных коммуникаций. Активные частоты используются для подачи сигналов напрямую на подземные проводники при помощи генератора. Генератор подаёт сигнал двумя способами: подключение в индуктивном режиме и методом прямого подключения [43]. При этом, многие подземные сооружения не могут излучать пассивные частоты. Это может быть связано либо с тем, что сооружение выполнено из непроводящих материалов, либо с тем, что по линии сооружения не протекает электрический ток. На случай отсутствия пассивных частот в комплект оборудования входит не только приемник (детектор), но и генератор. Задача генератора состоит в том, чтобы пустить ток определенной частоты по конструкции сооружения и тем самым создать излучение на характерной частоте, которое сможет уловить приемник. Существует три основных способа подключения генератора к объекту: непосредственное подключение, подключение с помощью индукционных клещей или при

помощи индукционной антенны. Однако это возможно только в том случае, если линейный объект выполнен из проводящих материалов. В противном случае остается единственный выход – проводка гибкого стержня. Данный стержень вводится в канал линейного сооружения и является проводником тока, получаемого от генератора. В общем виде схему поисков можно представить, как показано на рисунке 12.

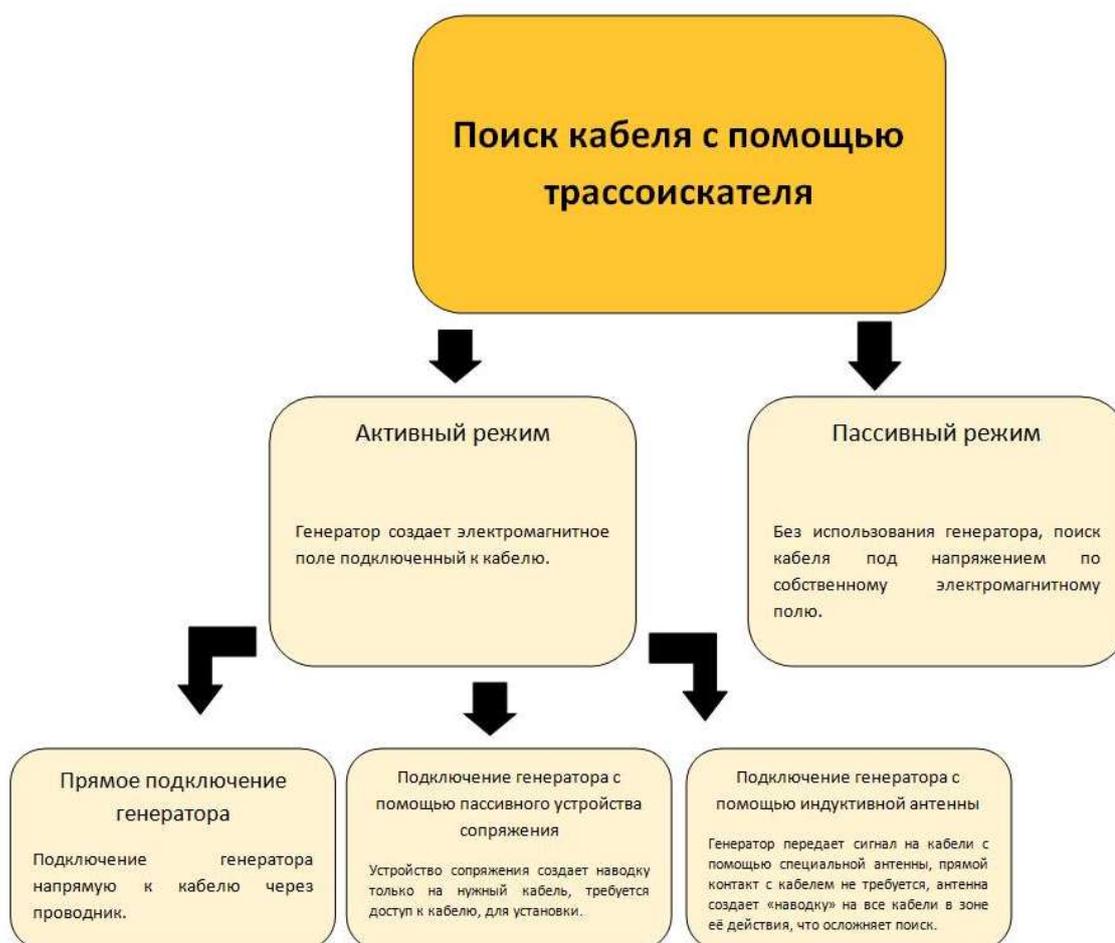


Рисунок 12 – Схема поисков ЛИС трассоискателем

Основываясь на вышеописанном, оценим применимость трассоискателей по критериям.

С точки зрения критерия возможности обнаружения подземного ЛИС без вскрыши данный метод является неоптимальным, поскольку во многих случаях требуется непосредственный доступ к объекту для подключения генератора. Единственным вариантом является применение индукционной антенны, однако

для ее применения требуется знание точного местоположения объекта для того чтобы расположить антенну точно над ним. В пассивном же режиме возможности метода по данному критерию крайне ограничены.

С точки зрения надежности и точности координирования данный метод вполне адекватен и способен обеспечить точность координирования объекта с точностью менее 0,1 метра. Однако, присутствует один нюанс. Существующая аппаратура не подразумевает сопряжение с GNSS или GPS приемником. Таким образом, необходимо отдельно докупить данный приемник.

С точки зрения минимизации аппаратурного комплекса метод так же не является оптимальным, поскольку: требует дополнительного оборудования для координирования; требуется достаточно объемный комплект оборудования, включающий генератор, приемник, гибкий стержень на катушке, а также вспомогательное оборудование (соединительные кабели, индуктивные клещи, индуктивные антенны).

С точки зрения легкости методического исполнения метод достаточно приемлем. Работы могут быть выполнены в достаточно сжатые сроки бригадой из двух человек, при этом работы могут выполняться одним человеком, однако это увеличит время исполнения.

Последним критерием является скорость интерпретации. С точки зрения этого критерия метод не вызывает нареканий, поскольку обеспечивает однозначную идентификацию искомого объекта еще в процессе проведения полевых работ.

### 2.2.3 Анализ георадарной съемки.

Георадарную съемку будем рассматривать по алгоритму, аналогичному трассоискателям.

Принцип действия аппаратуры подповерхностного радиолокационного зондирования (в общепринятой терминологии - георадара) основан на излучении сверхширокополосных (наносекундных) импульсов метрового и

дециметрового диапазона электромагнитных волн и приеме сигналов, отраженных от границ раздела слоев зондируемой среды, имеющих различные электрофизические свойства. Такими границами раздела в исследуемых средах являются, например, контакт между сухими и влагонасыщенными грунтами - уровень грунтовых вод, контакты между породами различного литологического состава, между породой и материалом искусственного сооружения, между мерзлыми и талыми грунтами, между коренными и осадочными породами и т.д.

Теперь рассмотрим данный метод с точки зрения критериев.

С точки зрения обнаружения объекта без вскрыши метод является универсальным, поскольку не требует прямого доступа к объекту, а требует лишь разницы в диэлектрических проницаемостях, что согласно ФГМ обеспечивается во всех случаях вне зависимости от материала изготовления объекта.

С точки зрения надежности и точности координирования метод также весьма хорош. Разрешающая способность любого георадара измеряется в пределах 1-5 сантиметров. При этом все георадары имеют возможность сопряжения с GPS приемником, который может быть легко заменен на GNSS приемник, а некоторые уже включают последний в стандартную комплектацию, как например комплект оборудования NOGGIN 250, который комплектуется удобной тележкой с размещенными на ней антенным блоком, блоком получения и обработки данных и GNSS приемником (рисунок 13).



Рисунок 13 – Комплект оборудования NOGGIN 250

С точки зрения минимизации аппаратного комплекса данный метод также показывает себя с лучшей стороны, поскольку обычно весь необходимый комплект оборудования помещается в специальную сумку, не превышающую по габаритам средних размеров спортивную сумку или размещается на складной тележке, показанной на рисунке 13. Без сомнения, существуют более габаритные модели, однако, как правило, глубинность антенн больших габаритов значительно превышает потребность для отслеживания подземных ЛИС. Кроме того, георадары могут быть установлены на транспортные средства.

С точки зрения легкости методического исполнения данный метод достаточно быстр. Работы могут выполняться одним человеком без потери скорости съемки. Существует лишь один недостаток, касающийся данного критерия – требуется достаточно высокая квалификация оператора.

Скорость интерпретации данного метода так же довольно высока. По сути, интерпретация может выполняться во время производства работ, однако для наилучшего результата все-таки требуется более глубокая интерпретация

уже после съемки. И, конечно, требуется высокая квалификация оператора для проведения оперативной (в процессе съемки) и последующей интерпретации.

#### 2.2.4 Тепловизионная съемка

Тепловизоры – это разновидность пирометров. В этих оптико-электронных приборах спектр инфракрасного теплового излучения объекта сравнивается с эталонным, и по разнице рассчитывается температура. Это самые сложные, многофункциональные и дорогие из перечисленных выше приборов. Результаты измерений выводятся на ЖК-экран в виде очень наглядной цветной термограммы, на которой зоны с различной температурой показываются разными цветами и оттенками: от желтого до красного и синего. На более дорогих моделях цветное изображение сопровождается цифровыми значениями температуры. Бюджетные варианты тепловизоров используются в комплексе с ноутбуком, на котором визуализируется картина измерений, выполненная прибором. Тепловизоры применяются не только для поиска кабелей, трубопроводов и утечек из них, но и для выявления неисправностей электросети: мест перегрева проводов и соединений в распределительных шкафах. Очень распространено применение тепловизоров для выявления мест утечки тепла из зданий и использования некачественных материалов. Чувствительность приборов очень высока и достигает до 0,025–0,05 °С [44].

Следует подчеркнуть, что результативность этого метода при локации подземных кабелей и труб значительно зависит от воздействия таких факторов, как солнечный свет или затененность. Этим прибором невозможно определить глубину залегания объекта.

С точки зрения возможности обнаружения объекта без вскрыши метод достаточно хорош, однако имеются значительные ограничения, такие как уже упоминавшаяся затененность, влияющая на показания прибора. Кроме того, если ЛИС, например, трубопровод не эксплуатируется или имеет хорошую

теплоизоляцию, то данный метод становится мало применим, вплоть до полной неприменимости.

Надежность и точность координирования для данного метода определяется исключительно возможностями GNSS приемника. Следует отметить, что сам прибор не подразумевает сопряжение с GNSS приемником, поэтому требуется отдельное оборудование для координации. Точность же обнаружения самого тепловизора достаточно высока и укладывается в самый жесткий норматив 0,1 метра.

С точки зрения минимизации аппаратного комплекса данный метод, пожалуй, лучший, поскольку сам по себе тепловизор крайне компактный прибор. Несмотря на то, что для него требуется отдельный GNSS приемник, ситуация сильно не меняется, поскольку и это оборудование крайне компактное.

Легкость методического исполнения данного метода также можно признать лучшей. Сам по себе тепловизор достаточно прост в использовании, не требует особой квалификации оператора. Как результат работы могут выполняться одним человеком со значительной скоростью, без потери качества.

Скорость интерпретации также очень высока, поскольку данные, выводимые на экран прибора, позволяют вообще без каких-либо процедур обработки определить местоположение объекта. Постобработка также не требуется. Единственным, но крупным, недостатком является невозможность определения глубины залегания объекта.

### 2.3 Выводы по теоретической апробации методики.

Основываясь на вышеизложенном, можно сделать следующие выводы.

В целом апробируемая методика является не просто жизнеспособной, а передовой во многих моментах. Это подтверждается тем, что применение данной методики позволяет быстро и качественно координировать линейные сооружения, что в свою очередь позволяет вносить правки в записи ЕГРН в

отношении ЛИС, там, где это требуется, а также обеспечить точность записей относительно новых ЛИС. Кроме того, технология позволяет получить данные для построения 3Д моделей объектов, что в свете современных тенденций развития кадастрового учета является крайне важным.

Методика делится на четыре этапа, три из которых – первый, третий и четвертый хорошо регламентированы законодательством Российской Федерации и не требуют какой-либо корректировки. Второй же этап может быть значительно скорректирован в плане алгоритма поисков подземных ЛИС.

Как видно из детального теоретического анализа методов, упоминаемых на рисунке 8, все они имеют свои преимущества и недостатки, однако, наиболее оптимальным методом в силу своей универсальности является метод георадиолокации. Таким образом, предлагаю скорректировать алгоритм поиска подземных ЛИС, представленный на рисунке 8, в сторону его упрощения.

Подразумевается, что теперь нет необходимости выбирать сам по себе метод поиска подземного ЛИС, а достаточно сразу обратиться к методу георадиолокации.

Скорректированный алгоритм представлен на рисунке 14.



Рисунок 14 – Скорректированный алгоритм выбора метода поиска линейных инженерных сооружений

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

<b>Группа</b>		<b>ФИО</b>	
2УМ11		Ростовцев Виталий Валерьевич	
<b>Школа</b>	<b>ИШПР</b>	<b>Отделение (НОЦ)</b>	<b>ОГ</b>
<b>Уровень образования</b>	магистратура	<b>Направление/специальность</b>	21.04.02 Землеустройство и кадастры

Тема ВКР:

Апробация методики информационного обеспечения кадастровых работ с применением геофизических методов съемки подземных сооружений
--

### Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p><b>Введение</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика) и области его применения.</li> <li>– Описание рабочей зоны (рабочего места) при разработке проектного решения/при эксплуатации</li> </ul>	<p><i>Объект исследования</i> – Методика информационного обеспечения кадастровых работ _____</p> <p><i>Область применения</i> – Землеустройство и кадастр, геодезия и картография</p> <p><i>Рабочая зона:</i> офис, полевые условия.</p> <p><i>Размеры помещения климатическая зона*)</i> – помещение 33,7 м<sup>2</sup>, климатическая зона – резко континентальная</p> <p><i>Количество и наименование оборудования рабочей зоны</i> – компьютер, георадар «ОКО-2».</p> <p><i>Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне</i> – проведение обработки и интерпретации полевого материала, составление технического плана, георадарная съемка.</p>
--	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p><b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при эксплуатации:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>– организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</li> </ul>	<p>ПБ 08-37-2005 Правила безопасности при геологоразведочных работах</p>
<p><b>2. Производственная безопасность при эксплуатации:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Анализ выявленных вредных и опасных производственных факторов</li> <li>– Расчет уровня опасного или вредного производственного фактора</li> </ul>	<p><b>Опасные факторы:</b></p> <p>1. опасные производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождении работающего: температурой и относительной влажностью воздуха, скоростью движения (подвижностью) воздуха относительно тела работающего, солнечной инсоляции;</p> <p><b>Вредные факторы:</b></p> <p>1. наличие электромагнитных полей радиочастотного диапазона</p> <p>2. наличие электромагнитных полей промышленных частот (порядка 50 - 60 Гц)</p> <p>3. вредные производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождении работающего: температурой и относительной влажностью воздуха, скоростью</p>

	<p>движения (подвижностью) воздуха относительно тела работающего, солнечной инсоляции.</p> <p>4. Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения</p> <p>Средства индивидуальной и коллективной защиты не требуются.</p> <p><b>Расчет:</b> расчет системы искусственного освещения</p>
<b>3. Экологическая безопасность при эксплуатации</b>	<p>Воздействие на селитебную зону отсутствует</p> <p>Воздействие на литосферу отходы 2-го класса опасности (элементы питания).</p> <p>Воздействие на гидросферу отсутствуют</p> <p>Воздействие на атмосферу отсутствует</p>
<b>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях при эксплуатации</b>	<p>Возможные ЧС: Природные катастрофы (наводнения, цунами, ураган и т.д.);</p> <p>Геологические воздействия (землетрясения, оползни, обвалы, провалы территории и т.д.);</p> <p>Техногенные аварии (аварии на трубопроводах, вызвавшие массовый выброс транспортируемых веществ и загрязнение ОС в непосредственной близости от населённых пунктов, пожар)</p> <p>Наиболее типичная ЧС Аварии на трубопроводах, вызвавшие массовый выброс транспортируемых веществ и загрязнение ОС в непосредственной близости от населённых пунктов.</p>
<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Сечин Андрей Александрович	К.Т.Н		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2УМ11	Ростовцев Виталий Валерьевич		

## 4 Социальная ответственность

### 4.1 Введение

Социальная ответственность понимается как обязательства и договоренности, которые были приняты людьми и организацией, в пользу общества, акцент должен делаться на безопасность производства, на снижение вредного воздействия на людей и окружающую среду.

Основной задачей отдела социальной ответственности является создание адекватных стандартов, гарантирующих и улучшающих условия труда, с целью повышения производительности труда работников, поддержания работоспособности и сохранения окружающей среды.

Любая деятельность человека, особенно производственная, поскольку связана с преобразованием материального мира, неразрывно связана с различными вредными и опасными факторами. При этом, потребность в безопасности – одна из базовых потребностей человека. Отсюда следует единственно возможный вывод – необходимо исключить или снизить возможные негативные последствия от вредных и опасных факторов. Но, чтобы добиться этого необходимо, прежде всего, понимать с какими факторами человек будет сталкиваться в ходе той или иной деятельности. Такое понимание всегда позволит выработать или выбрать необходимый алгоритм для максимально безопасной работы сотрудников.

В данном разделе мы рассмотрим вредные и опасные факторы, которые могут возникнуть при применении геофизических методов в целях выполнения кадастровых работ в отношении подземных сооружений.

### 4.2 Правовые и организационные вопросы безопасности

При работах по апробации методики информационного обеспечения кадастровых работ с применением геофизических методов съемки подземных сооружений можно выделить две разные рабочие зоны. В разрезе

последовательности выполнения первая рабочая зона относится к полевым условиям выполнения работ. В этой зоне производятся непосредственные измерения. В дальнейшем, полученные измерения требуют камеральной обработки, которая выполняется в офисном помещении с применением персональной вычислительной техники.

Работа в полевых условиях главным образом регулируется правилами безопасности при проведении геологических работ [48] и статьей 109 трудового кодекса Российской Федерации [49]. По тяжести труда полевые работы в нашем конкретном случае можно отнести к категории Пб.

Статья 109 трудового кодекса и пункт 1.4.33 правил безопасности говорят о том, что при работе на открытом воздухе в условиях низких температур работодатель обязан обеспечить дополнительные перерывы для обогрева, а также обеспечить пункты обогрева в непосредственной близости от места проведения работ. Кроме того, пункт 1.4.34 предписывает в летнее время организовывать рабочий график таким образом, чтобы исключить проведение работ в жаркое время суток.

Еще один пункт правил безопасности, а именно пункт 3.1.8. предписывает прекращать обслуживание геофизического оборудования во время грозы, повышенной влажности в виде тумана, при сильной росе и тому подобном.

Таким образом, строго выполняя требования упомянутых пунктов, можно минимизировать воздействия вредных и опасных факторов, предусмотренных разделом 5, пунктом 10, подпунктом ГОСТ 12.0.003-2015 [50].

Следует также отметить, что применяемая аппаратура полностью соответствует эргономическим требованиям, что гарантируется производителем и соответствует требованиям ГОСТ 12.2.033-78 [51].

Второй рабочей зоной, в которой происходит обработка и интерпретация данных является офисное помещение, оснащенное персональным компьютером. Данные работы можно отнести к I категории тяжести труда.

Такие работы главным образом регулируются трудовым кодексом, различными санитарными правилами (СП), а также государственными стандартами (ГОСТ).

Эти правила и стандарты регулируют эргономику рабочего места, его освещенность, температурный режим и так далее. Освещенность рабочего места мы рассмотрим несколько позже, а на данном этапе рассмотрим эргономику рабочего места и соответствие его требованиям нормативных документов.

В этом отношении наиболее интересно будет рассмотреть параметры рабочего стола, расположение компьютера на нем и соответствие стула требованиям ГОСТ и СП. Высота рабочего пространства (стола) при печатании на машинке (аналогично работе на компьютере) должна составлять для мужчин и женщин 655 миллиметров [52]. В реальности высота стола составляет 755 миллиметров. При этом высота сидения должна составлять 420 миллиметров. В реальности высота сидения составляет 520 миллиметров. При этом, поскольку сотрудник обладает ростом 1700 миллиметров, а стандарты рассчитаны под рост 1800 миллиметров, то ГОСТ предписывает скорректировать параметры на разницу между расчётным и реальным ростом. Как видно, и высота стола и высота сиденья полностью соответствует ГОСТ с учетом поправки за разницу в росте. Таким образом, можно заявить, что по этим параметрам рабочее место вполне эргономично.

Согласно СП 2.2.3670-20 площадь на одно постоянное рабочее место пользователей персональных компьютеров на базе плоских дискретных экранов (жидкокристаллические, плазменные) - не менее 4,5 м<sup>2</sup>. В реальности на площади 33,7 м<sup>2</sup> расположены четыре рабочих места, оснащенных компьютерами. Таким образом на одно рабочее место приходится 8,425 м<sup>2</sup>, что практически в два раза превышает нормативные требования. Кроме того, эти санитарные правила предписывают, чтобы оснащение светопроницаемых конструкций и оконных проемов должно позволять регулировать параметры световой среды в помещении. В аудитории оконные проемы оснащены жалюзи,

что позволяет контролировать световой поток через окна, а соответственно требования санитарных правил выполняются.

Основываясь на вышеизложенном можно заключить, что офисное рабочее пространство в полной мере отвечает требованиям нормативной документации в сфере охраны труда. Полевая рабочая зона в целом так же соответствует требованиям, при условии правильной организации рабочего процесса.

#### 4.3 Производственная безопасность

В процессе реализации методики информационного обеспечения кадастровых работ с применением геофизических методов съемки подземных сооружений работнику приходится работать в двух различных рабочих зонах. Опасные и вредные факторы, которые могут при этом возникать приведены в таблице 4.

Опасные и вредные производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождении работающего: температурой и относительной влажностью воздуха, скоростью движения (подвижностью) воздуха относительно тела работающего, солнечной инсоляции. Данные опасные и вредные факторы возникают в следствие того, что при выполнении полевого этапа работ, сотрудник вынужден проводить работы на открытом воздухе. Естественно, что контролировать погодные условия, такие как температура воздуха, влажность и скорость движения воздуха (ветер) не представляется возможным. При этом, основную опасность представляет работа на открытом воздухе при низких температурах.

Таблица 4 – Возможные опасные и вредные факторы.

Факторы	Эксплуатация	Нормативные документы
Опасные и вредные производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождении работающего: температурой и относительной влажностью воздуха, скоростью движения (подвижностью) воздуха относительно тела работающего, солнечной инсоляции	+	МР 2.2.7.2129-06. 2.2.7. Физиология труда и эргономика. Режимы труда и отдыха работающих в холодное время на открытой территории или в неотапливаемых помещениях. Методические рекомендации [54]
Наличие электромагнитных полей радиочастотного диапазона	+	СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания" [55]
Наличие электромагнитных полей промышленных частот (порядка 50 - 60 Гц)	+	СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания"

Воздействие низких температур на организм может быть опасным. При длительном воздействии могут возникнуть состояния обморожения различных степеней. В дальнейшем такое состояние может привести к серьезному вреду здоровью или даже к летальному исходу.

В связи с этим для обеспечения безопасной работы нормативные документы требуют обеспечить пункты обогрева и планировать график работы [48, 49]. Однако, в упомянутых документах не описываются нормы по времени работы в зависимости от условий окружающей среды. Такие нормы устанавливаются методическими рекомендациями, утвержденными Главным санитарным врачом РФ [54]. Нормы, установленные данными рекомендациями приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Допустимая продолжительность (ч) однократного за рабочую смену пребывания на открытой территории во II климатическом регионе в зависимости от температуры воздуха и уровня энергозатрат при наиболее вероятной силе ветра 3,6 м/с.

Температура воздуха, °С	Энерготраты, Вт/м <sup>2</sup> (категория работ)		
	88 (Iб)	113 (IIа)	145 (IIб)
-10	охлаждение через 1,7	охлаждение через 4,6	охлаждение поверхности тела отсутствует
-15	1,2	2,2	-"-
-20	0,9	1,5	охлаждение через 5,5
-25	0,8	1,1	2,4
-30	0,7	0,9	1,6
-35	0,6	0,7	1,1
-40	0,5	0,6	0,9

Из таблицы видно, что при температуре окружающего воздуха -10 градусов Цельсия при нашей категории тяжести труда время пребывания не

ограничено, а при температуре  $-40$ , время рабочей смены не может превышать 54 минуты.

Наличие электромагнитных полей радиочастотного диапазона. Данный вредный фактор возникает в связи с применением геофизической аппаратуры, а именно антенного блока георадара «Око-2». Частоты антенных блоков данного георадара варьируются в пределах от 70 до 1700 МГц.

Симптомами негативного воздействия такого излучения на организм могут служить: ухудшение самочувствия, резкая головная боль, головокружение, тошнота, повторные носовые кровотечения, нарушение сна. Эти явления сопровождаются общей слабостью, адинамией, потерей работоспособности, обморочными состояниями, неустойчивостью артериального давления и показателей белой крови. В случаях развития диэнцефальной патологии - приступами тахикардии, профузной потливости, дрожания тела и другими симптомами.

Предельно допустимые уровни воздействия высокочастотного излучения на организм человека определены санитарными правилами и нормами [55] и приведены в таблице 6.

В нашем случае длительность импульса при работе аппаратурой «Око-2» может настраиваться от 1 до 100 наносекунд, при этом длительность фронта требуется порядка 40-50 наносекунд. Таким образом, видно, что максимальное значение напряженности поля составляет 7 кВ/м.

Для нивелирования данного эффекта в конструкции антенны применяется специальный экран, который практически полностью блокирует обратную петлю антенны, а прямую петлю направляет в геологическую среду, то есть в сторону от оператора.

Таблица 6 – Предельно допустимые уровни напряженности электрической составляющей ИЭМП (кВ/м) для персонала в зависимости от временных параметров электромагнитных импульсов.

		Длительность фронта ( $t_{фр}$ ), нс																		
		0,1	0,2	0,5	1	2	2,5	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20	30	40	50
Длительность импульса ( $t_{имп}$ ), нс	1	3,9	3,7	3,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2	3,3	3,2	3	2,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	3	3	2,9	2,8	2,6	2,1	2,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	5	2,7	2,7	2,6	2,5	2,1	2,1	2,4	2,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	8	2,6	2,5	2,4	2,3	2,1	2,1	2,3	2,4	2,5	2,5	2,6	-	-	-	-	-	-	-	-
	10	2,5	2,4	2,3	2,2	2,1	2,1	2,3	2,4	2,5	2,5	2,6	2,7	2,8	-	-	-	-	-	-
	15	2,3	2,3	2,2	2,2	2,1	2,1	2,3	2,4	2,5	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	-	-	-	-	-
	20	2,2	2,2	2,2	2,1	2,1	2,1	2,3	2,4	2,4	2,5	2,6	2,7	2,7	2,9	3,4	-	-	-	-
	50	2,1	2,1	2,1	2,1	2	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,6	2,7	2,8	3,3	3,7	4,5	5	-
	100	2	2	2	2	2	2,1	2,2	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	3,3	3,7	4,3	4,8	7
	200	2	2	2	2	2	2,1	2,2	2,3	2,4	2,4	2,5	2,5	2,7	2,8	3,3	3,7	4,2	4,6	4,9
	400	2	2	2	2	2	2,1	2,2	2,3	2,4	2,4	2,5	2,5	2,7	2,8	3,3	3,7	4,2	4,5	4,8
	500	2	2	2	2	2	2,1	2,2	2,3	2,4	2,4	2,5	2,5	2,7	2,8	3,3	3,7	4,1	4,4	4,7
1000	2	2	2	2	2	2,1	2,3	2,3	2,4	2,4	2,4	2,5	2,7	2,8	3,3	3,6	4	4,3	4,6	

*Наличие электромагнитных полей промышленных частот (порядка 50 - 60 Гц). Данный вредный фактор возникает поскольку все электроприборы запитываются переменным электрическим током с номинальной частотой 50 Гц. Как известно, при протекании переменного тока по проводникам возникает электромагнитное поле, которое воздействует в том числе и на человека.*

Систематическое воздействие такого излучения с уровнями, превышающими допустимые, может вызывать изменения функционального состояния центральной нервной, сердечно-сосудистой и эндокринной систем, а также некоторых обменных процессов, иммунологической реактивности организма и его воспроизводительной функции.

Согласно СанПиН 1.2.3685-21 предельно допустимый уровень излучения на промышленной частоте (50-60 Гц) составляет 5 кВ/м. Если уровень

напряженности поля превышает данное значение и находится в пределах до 20 кВ/м, то следует ограничить рабочее время, применив следующую формулу.

$$T = (50 / E)^2 \quad (17)$$

где T - допустимое время пребывания в электромагнитном поле при соответствующем уровне напряженности, ч;

E - напряженность поля в контролируемой зоне, кВ/м.

Если же напряженность поля находится в пределах 20 – 60 кВ/м, то необходимо применять средства индивидуальной защиты, а максимальное время нахождения в области действия таких полей без них не должно превышать время, определяемое по следующей формуле.

$$t_{\text{доп}} = (60 / E_{\text{ФАКТ}})^2 \quad (18)$$

где E<sub>ФАКТ</sub> - измеренное значение напряженности поля (кВ/м).

#### 4.4 Экологическая безопасность

Экологическая безопасность определяется степенью воздействия на атмосферу, гидросферу и литосферу.

Воздействия на атмосферу возникают главным образом при появлении газообразных или мелкодисперсных отходов в процессе выполнения работ. При анализе данной методики никаких источников газообразных или мелкодисперсных загрязнителей, способных оказывать влияние на атмосферу не выявлено.

Воздействие на гидросферу оценивается снижением или утратой водоемами их биосферных функций в результате попадания в них различного рода загрязнителей. При анализе работ в рамках данной методики, источников загрязнения, способных снизить биосферные свойства водоемов не выявлено.

Воздействие на литосферу определяется изменением состава или структуры почв. В нашем случае выявлен возможный источник воздействия на литосферу – аккумуляторные батареи, применяемые для питания антенного блока георадара «Око-2». Аккумуляторные батареи относятся к отходам

второго класса опасности, что говорит о том, что данные элементы питания должны быть утилизированы особым образом.

Описание требований к порядку утилизации отходов 1-4 класса опасности содержатся в ГОСТ Р 53692-2009 [56]. Отсюда следует вывод, что для обеспечения экологической безопасности в процессе применения методики информационного обеспечения кадастровых работ с применением геофизических методов съемки подземных сооружений необходимо обеспечить выполнение требований ГОСТ Р 53692-2009 при утилизации аккумуляторных батарей, используемых в геофизической аппаратуре.

#### 4.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Само по себе проведение работ по реализации вышеописанной методике не может привести к каким-либо чрезвычайным ситуациям, по крайней мере такая возможность не просматривается. Тем не менее, проведение данных работ связано главным образом с поиском подземных трубопроводов, при этом часто в пределах населенного пункта. Поэтому наиболее вероятной чрезвычайной ситуацией является авария на трубопроводе с выбросом транспортируемого продукта. Следует так же отметить, что наиболее вероятным трубопроводом будет являться водопровод.

Возможными причинами порыва трубопровода могут являться:

- ошибочные действия персонала при производстве работ;
- отказ приборов контроля и сигнализации;
- отказ электрооборудования и исчезновение электроэнергии;
- производство работ без соблюдения необходимых
- организационно-технических мероприятий;
- старение оборудования (моральный или физический износ);
- коррозия оборудования;
- гидравлический удар;

- факторы внешнего воздействия (ураганы, удары молнией и др.)

При разрыве элементов трубопровода необходимо:

- отключить поврежденный участок путем закрытия запорной арматуры;
- убедиться в плотности запорной арматуры;
- остановить оборудование, связанное с поврежденным участком;
- открыть на поврежденном участке воздушники и дренажи.

Причины аварийной остановки трубопровода должны фиксироваться в сменных журналах. На предприятиях, эксплуатирующих трубопроводы, должны быть разработаны и утверждены инструкции, устанавливающие действия работников в аварийных ситуациях. Инструкции должны быть выданы на рабочее место под роспись каждому работнику. Знание инструкций проверяется при допуске рабочих к самостоятельной работе. В инструкциях наряду с требованиями, определяемыми спецификой опасного производственного объекта, должны быть указаны следующие сведения:

- оперативные действия по предотвращению и локализации аварий;
- способы и методы ликвидации аварий;
- схемы эвакуации в случае возникновения взрыва, пожара, выброса токсичных веществ в помещении или на площадке, где эксплуатируется оборудование, если аварийная ситуация не может быть локализована или ликвидирована;
- порядок использования системы пожаротушения в случае локальных возгораний оборудования;
- порядок приведения оборудования<sup>TM</sup> под давлением в безопасное положение в нерабочем состоянии;
- места отключения вводов электропитания и перечень лиц, имеющих право на отключение;
- места расположения аптечек первой помощи;

– методы оказания первой помощи работникам, попавшим под электрическое напряжение, получившим ожоги, отравившимся продуктами горения;

– порядок оповещения работников и специализированных служб, при-влекаемых к локализации аварий.

Ответственность за наличие указанных инструкций лежит на руковод-стве предприятием, на котором используется оборудование под давлением, а ответственность за исполнение инструкций в аварийных ситуациях — на каждом работнике. Порядок действий в аварийных ситуациях должен отрабатываться на противоаварийных тренировках.

#### 4.6 Расчет системы искусственного освещения

Имеется помещение площадью 33,7 м<sup>2</sup> с размерами А = 6 метров, В = 5,62 метров, Н = 3,5 метра. Высота рабочей поверхности h = 0,75 метра. Необходимо создать освещенность не менее 200 люкс [57]. Примем, что необходимо создать 250 люкс.

Коэффициент запаса для офисного помещения примем 1,5, поскольку это помещение с малым выделением пыли. Коэффициент неравномерности освещения принимаем 1,1. Коэффициент отражения потолка примем для деревянного окрашенного потолка, поскольку потолок выполнен из ДСП плиток, окрашенных в светлый цвет. Данный коэффициент составляет 50%. Стены оклеены светлыми обоями, соответственно коэффициент для них составляет 30%. Тип светильника выбираем Л71Б03, соответственно  $\lambda = 2,3$ , высота свеса составит 0,5 метра, поскольку плафоны будут вмонтированы в подвесной потолок.

Определим расчетную высоту:

$$h = H - h_c - h_{pn} = 3,5 - 0,5 - 0,75 = 2,25$$

Расстояние между светильниками:

$$L = \lambda * h = 2,3 * 2,25 = 5,175$$

Расстояние от крайнего ряда до стены будет оптимальным, если равно трети расстояния между светильниками. В нашем случае получается 1,725 метра.

Определим количество рядов светильников и количество светильников в ряду. Для этого используем формулы:

$$n_p = \frac{(B - \frac{2}{3}L)}{L} + 1 \quad (19)$$

где  $n_p$  – количество рядов;  $B$  – ширина помещения, м;  $L$  – расстояние между рядами светильников, м.

$$n_{св} = \frac{(A - \frac{2}{3}L)}{l_{св} + 0,5} \quad (20)$$

где  $n_{св}$  – количество светильников в ряду;  $A$  – длина помещения, м;  $l_{св}$  – длина светильника, м.

Используя формулу 27, получим, что число рядов будет равно:

$$(5,62 - 3,45)/5,175 + 1 = 1,42. \text{ Принимаем значение 2 ряда светильников.}$$

Используя формулу 20, получим, что число светильников в ряду будет равно:

$$(6 - 3,45)/(0,11 + 0,5) = 0,34. \text{ Принимаем значение 1 светильник в ряду.}$$

Основываясь на вышеизложенном, будем размещать светильники в два ряда, по одному светильнику в ряду. Таким образом расстояние между рядами составит 0,35 метра.

Схема расположения представлена на рисунке 21.

Учитывая, что в каждом светильнике установлено 10 ламп, общее количество ламп в помещении составит 20 ламп.

Находим индекс помещения:

$$i = S / h(A+B) = 33,7/2,25*(6+5,62) = 1,29$$

Ближайший индекс в сторону увеличения равен 1,5, принимаем его.

Коэффициент использования светового потока будет равен 31%.

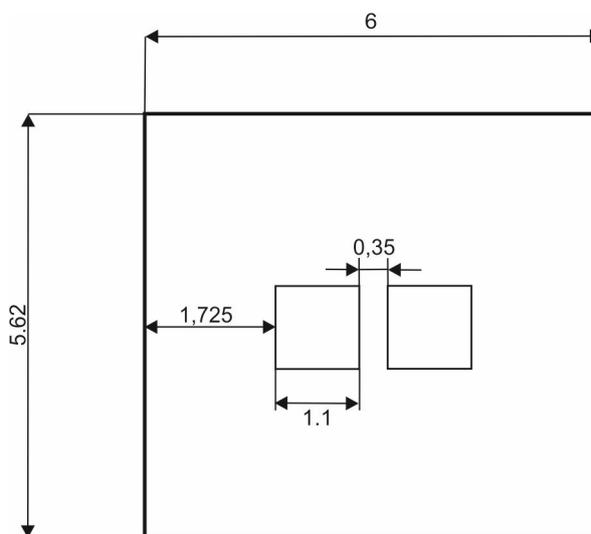


Рисунок 21 – Схема расположения светильников

Рассчитаем световой поток лампы  $\Phi$  по следующей формуле:

$$\Phi = \frac{E_n * S * K_z * Z}{N_{л} * \eta} \quad (21)$$

где  $E_n$  – нормативная освещённость по СП 52.13330.2016 [57], лк;  $S$  – площадь освещаемого помещения,  $m^2$ ;  $K_z$  – коэффициент запаса, учитывающий загрязнение светильника (источника света, светотехнической арматуры, стен и пр., т. е. отражающих поверхностей), наличие в атмосфере цеха дыма, пыли;  $Z$  – коэффициент неравномерности освещения (для люминисцентных ламп 1.1),  $N_{л}$  – число ламп в помещении (необходимо учесть число ламп в светильнике);  $\eta$  – коэффициент использования светового потока.

Используя формулу 21, получим:

$$\Phi = 250 * 33,7 * 1,5 * 1,1 / 20 * 0,31 = 2242,14$$

Ближайшая стандартная лампа – ЛД 40 Вт с потоком 2300. Проверим условие:

$$-10 \% \leq (\Phi_{л.станд} - \Phi_{л.расч}) / \Phi_{л.станд} * 100 \% \leq +20 \%$$

$$(2300 - 2242,14) / 2300 * 100 = 2,52\%. \text{ Как видно, условие выполняется.}$$

Определим электрическую мощность осветительной установки.

$$P = 20 * 40 = 800. \text{ Мощность составит 800 Вт.}$$

#### 4.7 Выводы по разделу

В данном разделе был выполнен анализ опасных и вредных факторов производственного процесса, связанного с реализацией методики информационного обеспечения кадастровых работ с применением геофизических методов для поиска подземных сооружений. Были рассмотрены правовые и нормативные основания, которые могут применяться для обеспечения безопасной работы сотрудников, реализующих данную методику.

Помимо этого, был произведен расчет искусственного освещения, которое позволит безопасно проводить интерпретацию геофизических данных, полученных на полевом этапе. Также были рассмотрены возможные чрезвычайные ситуации и действия в случае их возникновения.

Таким образом, можно утверждать, что при следовании всем решениям, предложенным в данном разделе, удастся обеспечить реализацию методики с минимальными рисками для жизни и здоровья персонала.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСООБЪЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
2УМ11	Ростовцев Виталий Валерьевич

<b>Школа</b>	<b>ИШПР</b>	<b>Отделение</b>	<b>Отделение геологии</b>
<b>Уровень образования</b>	Магистратура	<b>Направление/специальность</b>	21.04.02 Землеустройство и кадастры

**Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:**

Апробация методики информационного обеспечения кадастровых работ с применением геофизических методов съемки подземных сооружений	Работа с научной литературой, представленной в российских и иностранных научных публикациях, аналитических материалах
--	---

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив разработки проекта с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Проведение предпроектного анализа. Определение целевого рынка и проведение его сегментирования. Выполнение SWOT-анализа проекта
2. Планирование и формирование бюджета разработки	Определение целей и ожиданий, требований проекта. Определение бюджета научного исследования
3. Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности разработки	Проведение оценки экономической эффективности, ресурсоэффективности и сравнительной эффективности различных вариантов исполнения

**Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):**

<p>1. Оценка конкурентоспособности технических решений</p> <p>2. Матрица SWOT</p> <p>3. График проведения и бюджет проекта</p> <p>4. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности разработки</p>
--

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	01.03.2023
---	------------

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент	Рыжакина Татьяна Гавриловна	Кандидат экономических наук		01.03.2023

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
2УМ11	Ростовцев Виталий Валерьевич		01.03.2023

## 5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Поскольку в теме диссертации заявлена апробация методики информационного обеспечения кадастровых работ с применением геофизических методов съемки подземных сооружений, то она должна проводиться не только с точки зрения физики, методики и законодательства, но и с точки зрения экономики. Ведь как бы не была хороша методика, если экономический эффект от ее применения будет незначительным или даже вообще отрицательным, то применение данной методики будет экономически не оправдано, а значит такая методика будет практически не нужна.

Выполнение раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» позволит определить перспективность апробируемой методики, оценить ее эффективность, выявить возможные риски и оценить их.

Для оценки предлагаемой методики с экономической точки зрения необходимо:

- организовать работы по апробированию;
- осуществить планирование этапов выполнения апробирования с разных точек зрения;
- оценить коммерческий потенциал и перспективность предлагаемой методики;
- рассчитать бюджет апробирования;
- произвести оценку социальной и экономической эффективности методики.

Апробация методики проводилась на территории Томского района Томской области и непосредственно в городе Томске. В качестве объекта исследования выступила методика информационного обеспечения кадастровых работ с применением геофизических методов съемки подземных сооружений. Апробация проводилась аналитическим методом с точки зрения законодательства и физических основ. Кроме того проводились опытные

полевые работы с целью получить фактический материал для доказательства ее применимости и эффективности.

## 5.1 Предпроектный анализ

### 5.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Для начала требуется оценить потенциальный рынок применения методики, с тем, чтобы выявить заинтересованных участников рынка, которые могут выступить в качестве потребителей.

В качестве потенциальных потребителей применения данной методики могут выступать:

- Федеральная служба государственной регистрации, кадастра и картографии (Росреестр);
- Строительные компании;
- Кадастровые инженеры;
- Компании, работающие в сфере геодезии, топографии и инженерных изысканий;
- Ресурсоснабжающие организации;
- Граждане.

### 5.1.2 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку сравнительной эффективности методики.

В данном исследовании анализируется возможность применения геофизических методов поиска подземных сооружений и их координирования для дальнейшего постановления на кадастровый учет или внесения исправлений и уточнений в данные о уже стоящих на учете объектах.

В таблице 7 приведена оценка конкурентов, где  $\Phi$  – применение геофизических методов, а конкретно георадиолокации,  $k_1$  – применение тепловизионной съемки,  $k_2$  – применение трубо- и трассоискателей.

Таблица 7 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		$B_{\Phi}$	$B_{k_1}$	$B_{k_2}$	$K_{\Phi}$	$K_{k_1}$	$K_{k_2}$
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Технические критерии оценки ресурсоэффективности</b>							
1. Возможность обнаружения подземного линейного объекта без вскрыши	0,2	5	4	3	1	0,8	0,6
2. Надежность и точность координирования	0,2	5	3	5	1	0,6	1
3. Универсальность	0,1	5	3	2	0,5	0,3	0,2
4. Скорость интерпретации	0,1	4	5	5	0,4	0,5	0,5
5. Способность выполнения одним человеком	0,1	5	5	2	0,5	0,5	0,2
<b>Экономические критерии оценки эффективности</b>							
1. Требования к квалификации персонала	0,1	3	5	4	0,3	0,5	0,4
2. Цена	0,1	4	4	5	0,4	0,4	0,5
3. Время	0,1	5	5	3	0,5	0,5	0,3
<b>Итого</b>	<b>1</b>	<b>36</b>	<b>34</b>	<b>29</b>	<b>4,6</b>	<b>4,1</b>	<b>3,7</b>

Критерии оценки подбираются, исходя из требований апробируемой технологии, основным из которых является оперативность и точность координирования подземных объектов без их вскрыши.

Вес показателей в сумме должны составлять 1. Позиция разработки и конкурентов оценивается по каждому показателю по пятибалльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 5 – наиболее сильная.

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum V_i B_i \quad (22)$$

где:  $K$  – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

$V_i$  – вес показателя (в долях единицы);

$B_i$  – балл  $i$ -го показателя.

Проведенный анализ показывает, что применение георадиолокации более эффективно, чем применение конкурирующих методов, что главным образом связано с универсальностью метода и надежностью и точностью координирования. Тем не менее, у георадиолокации выявляются и слабые стороны, такие как высокие требования к квалификации оператора, выполняющего съемку.

### 5.1.3 SWOT-анализ

SWOT – аббревиатура, складывающаяся из английских слов strength (сила), то есть сильные стороны, weaknesses (слабости), opportunities (возможности) и threats (угрозы). Анализ любого объекта с этих четырех сторон позволяет в полной мере оценить внутреннюю и внешнюю среду представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта и выработать необходимые управленческие решения. Анализ проводится в 3 этапа.

Первый этап заключается в выявлении сильных и слабых сторон объекта, а также угроз и возможностей для него, в нашем случае при реализации апробируемой методики.

Таблица 8 – Матрица SWOT-анализа

<p><b>Сильные стороны</b></p> <p>С1. Скорость и точность координирования</p> <p>С2. Универсальность</p> <p>С3. Меньшая цена относительно общепринятой методики</p>	<p><b>Слабые стороны</b></p> <p>Сл1. Высокая стоимость оборудования</p> <p>Сл2. Необходимая высокая квалификация оператора</p> <p>Сл3. Наличие большого количества техногенных помех при съемке</p>
<p><b>Возможности</b></p> <p>В1. Построение планов городских коммуникаций в трехмерно пространстве</p> <p>В2. Необходимость включения в данные Росреестра данных инженерных изысканий</p>	<p><b>Угрозы</b></p> <p>У1. Отсутствие нормативно-правовой базы</p> <p>У2. Увеличение конкуренции</p>

*Второй этап* состоит в выявлении соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды.

Интерактивная матрица проекта представлена в таблице 9. Каждый фактор помечается либо знаком «+» (означает сильное соответствие сильных сторон возможностям), либо знаком «-» (что означает слабое соответствие); «0» – если есть сомнения в том, что поставить «+» или «-».

Таблица 9 – Интерактивная матрица проекта

		Сильные стороны проекта		
Возможности проекта		С1.	С2.	С3.
	В1.	+	+	0
	В2.	+	+	0

		Слабые стороны проекта		
Возможности проекта		Сл1.	Сл2.	Сл3.
	В1.	-	+	-
	В2.	-	+	-

		Сильные стороны проекта		
Угрозы		С1.	С2.	С3.
	У1.	-	-	+
	У2.	-	-	+

		Слабые стороны проекта		
Угрозы		Сл1.	Сл2.	Сл3.
	У1.	-	-	0
	У2.	+	+	-

В рамках *третьего этапа* должна быть составлена итоговая матрица SWOT-анализа (Таблица 10).

Таблица 10 – SWOT-анализ

	<p><b>Сильные стороны</b></p> <p>С1. Скорость и точность координирования</p> <p>С2. Универсальность</p> <p>С3. Меньшая цена относительно общепринятой методики</p>	<p><b>Слабые стороны</b></p> <p>Сл1. Высокая стоимость оборудования</p> <p>Сл2. Необходимая высокая квалификация оператора</p> <p>Сл3. Наличие большого количества техногенных помех при съемке</p>
<p><b>Возможности</b></p> <p>В1. Построение планов городских коммуникаций в трехмерно пространстве</p> <p>В2. Необходимость включения в данные Росреестра данных инженерных изысканий</p>	<p>Внедрение методики позволит получить информацию о грунтах, слагающих разрез, а также перейти к формированию 3Д кадастра, что предусмотрено Федеральной программой совершенствования кадастрового учета.</p>	<p>Потребуется изменение программы обучения кадастровых специалистов и специалистов-геофизиков. Возможно организация курсов повышения квалификации и переподготовки.</p>
<p><b>Угрозы</b></p> <p>У1. Отсутствие нормативно-правовой базы</p> <p>У2. Увеличение конкуренции</p>	<p>Потребуется разработка нормативной базы с определением нормативов в области ценообразования.</p>	<p>Наличие более дешевого оборудования и высококлассных специалистов у конкурента может представлять серьезную угрозу.</p>

#### 5.1.4 Оценка готовности проекта к коммерциализации

В условиях рыночной экономики любая разработка может считаться бесполезной, если не имеет перспектив коммерциализации. При этом, чем

выше степень готовности разработки к коммерциализации, тем более она привлекательна для потенциальных потребителей и инвесторов.

Для оценки готовности к коммерческому применению заполним специальную форму, содержащую показатели о степени проработанности проекта с позиции коммерциализации и компетенций разработчика научного проекта (таблица 11).

При проведении анализа по таблице, по каждому показателю ставится оценка по пятибалльной шкале. При оценке степени проработанности научного проекта 1 балл означает не проработанность проекта, 2 балла – слабую проработанность, 3 балла – выполнено, но в качестве не уверен, 4 балла – выполнено качественно, 5 баллов – имеется положительное заключение независимого эксперта. Для оценки уровня имеющихся знаний у разработчика система баллов принимает следующий вид: 1 означает не знаком или мало знаю, 2 – в объеме теоретических знаний, 3 – знаю теорию и практические примеры применения, 4 – знаю теорию и самостоятельно выполняю, 5 – знаю теорию, выполняю и могу консультировать.

Таблица 11 – Оценка степени готовности проекта к коммерциализации

п/п	Наименование	Степень проработанности научного проекта	Уровень имеющихся знаний у разработчика
1	Определен имеющийся научно-технический задел	4	4
2	Определены перспективные направления коммерциализации научно-технического задела	4	4
3	Определены отрасли и технологии (товары, услуги) для предложения на рынке	4	4
4	Определена товарная форма научно-технического задела для представления на рынок	4	3

Продолжение таблицы 11

п/п	Наименование	Степень проработанности научного проекта	Уровень имеющихся знаний у разработчика
5	Определены авторы и осуществлена охрана их прав	5	4
6	Проведена оценка стоимости интеллектуальной собственности	3	3
7	Проведены маркетинговые исследования рынков сбыта	1	1
8	Разработан бизнес-план коммерциализации научной разработки	1	1
9	Определены пути продвижения научной разработки на рынок	2	2
10	Разработана стратегия (форма) реализации научной разработки	4	4
11	Проработаны вопросы международного сотрудничества и выхода на зарубежный рынок	1	1
12	Проработаны вопросы использования услуг инфраструктуры поддержки, получения льгот	3	3
13	Проработаны вопросы финансирования коммерциализации научной разработки	4	4
14	Имеется команда для коммерциализации научной разработки	5	5
15	Проработан механизм реализации научного проекта	5	5
	ИТОГО БАЛЛОВ	50	49

Оценка готовности научного проекта к коммерциализации (или уровень имеющихся знаний у разработчика) определяется по формуле:

$$B_{\text{сум}} = \sum B_i \quad (23)$$

где:  $B_{\text{сум}}$  – суммарное количество баллов по каждому направлению;

$B_i$  – балл по  $i$ -му показателю.

Значение  $B_{\text{сум}}$  позволяет говорить о мере готовности научной разработки и ее разработчика к коммерциализации. Оценивая методику по степени проработанности можно сказать, что перспективность данной методики выше среднего.

Для повышения перспективности проекта необходимо провести маркетинговые исследования, разработать бизнес-план, проработать пути международного сотрудничества. Кроме того, следует улучшить проработку путей продвижения методики на рынок.

#### 5.1.5 Методы коммерциализации результатов научно-технического исследования

При коммерциализации данной методики наиболее оптимальным видится метод создания собственного предприятия.

Такой выбор обусловлен тем, что данная методика была разработана сотрудниками Томского политехнического университета (ТПУ). При этом нормативная база университета содержит пункт о том, что любая интеллектуальная собственность, созданная сотрудником с использованием средств университета, принадлежит университету. При этом, являясь бюджетным учреждением самому университету сложно реализовывать такие проекты, поскольку при различных закупках необходимо объявление тендера с соблюдением достаточно сложных правил, что значительно снижает оперативность реакции. Однако, закон об образовании позволяет университету быть учредителем коммерческих организаций, которые создаются с целью коммерциализации разработок. Таким образом, ТПУ может стать учредителем такой организации, внося в качестве вклада в уставной капитал данную методику в качестве нематериального актива. Само же предприятие не будет являться бюджетным, что позволит ему вести деятельность как обычное

коммерческое предприятие, а университет сможет получать часть прибыли в качестве дивидендов.

## 5.2 Инициация проекта

Группа процессов инициации состоит из процессов, которые выполняются для определения нового проекта или новой фазы существующего. В рамках процессов инициации определяются изначальные цели и содержание и фиксируются изначальные финансовые ресурсы. Определяются внутренние и внешние заинтересованные стороны проекта, которые будут взаимодействовать и влиять на общий результат научного проекта. Данная информация закрепляется в Уставе проекта (таблица 12).

Таблица 12 – Заинтересованные стороны проекта

<b>Заинтересованные стороны проекта</b>	<b>Ожидания заинтересованных сторон</b>
НИ ТПУ	Получение доходов в виде дивидендов
Росреестр	Получение уточненных данных по подземным сооружениям

В таблице 13 представлена иерархия целей проекта и критерии достижения целей.

В таблице 14 представлена организационная структура проекта (роль каждого участника, их функции, трудозатраты).

Таблица 13 – Цели и результат проекта

<b>Цели проекта:</b>	Апробировать возможность применения геофизических методов для координации подземных сооружений
<b>Ожидаемые результаты проекта:</b>	Подтверждение применимости геофизических методов для координации подземных сооружений.
<b>Критерии приемки результата проекта:</b>	Получение данных геофизической съемки, доказывающей возможность координации подземного сооружения
<b>Требования к результату проекта:</b>	<b>Требование:</b>
	Проанализировать теоретическую возможность применения геофизических методов для координирования подземных сооружений и выбрать оптимальный метод
	Провести полевую съемку выбранным методом и интерпретацию полученных данных
	Выявить подземные сооружения на материалах съемки
	Предложить алгоритм информационного обеспечения кадастровых работ с применением геофизических методов

В таблице 14 представлена организационная структура проекта (роль каждого участника, их функции, трудозатраты).

Таблица 14 – Рабочая группа проекта

<b>п/п</b>	<b>ФИО, основное место работы, должность</b>	<b>Роль в проекте</b>	<b>Функции</b>	<b>Трудозатраты, час.</b>
1.	Гатина Н.В., НИ ТПУ, старший преподаватель ОГ ИШПР	Руководитель проекта	Консультирование, координация деятельности, определение задач, контроль выполнения.	88
2.	Ростовцев В.В., магистрант ОГ ИШПР	Исполнитель по проекту	Анализ литературных источников, проведение съемки, интерпретация данных, написание работы	3752
<b>ИТОГО:</b>				3840

Ограничения проекта – это все факторы, которые могут послужить ограничением степени свободы участников команды проекта, а также «границы проекта» – параметры проекта или его продукта, которые не будут реализованных в рамках данного проекта (таблица 15).

Таблица 15 – Ограничения проекта

<b>Фактор</b>	<b>Ограничения/ допущения</b>
3.1. Бюджет проекта	4079998,12
3.1.1. Источник финансирования	НИ ТПУ
3.2. Сроки проекта:	01.09.2021-16.06.2023
3.2.1. Дата утверждения плана управления проектом	15.10.2021
3.2.2. Дата завершения проекта	16.06.2023

### 5.3 Планирование управления научно-техническим проектом

Группа процессов планирования состоит из процессов, осуществляемых для определения общего содержания работ, уточнения целей и разработки последовательности действий, требуемых для достижения данных целей.

План управления научным проектом должен включать в себя следующие элементы:

- иерархическая структура работ проекта;
- контрольные события проекта;
- план проекта;
- бюджет научного исследования.

#### 5.3.1 Иерархическая структура работ проекта

Иерархическая структура работ (ИСР) – детализация укрупненной структуры работ. В процессе создания ИСР структурируется и определяется содержание всего проекта (рисунок 22).

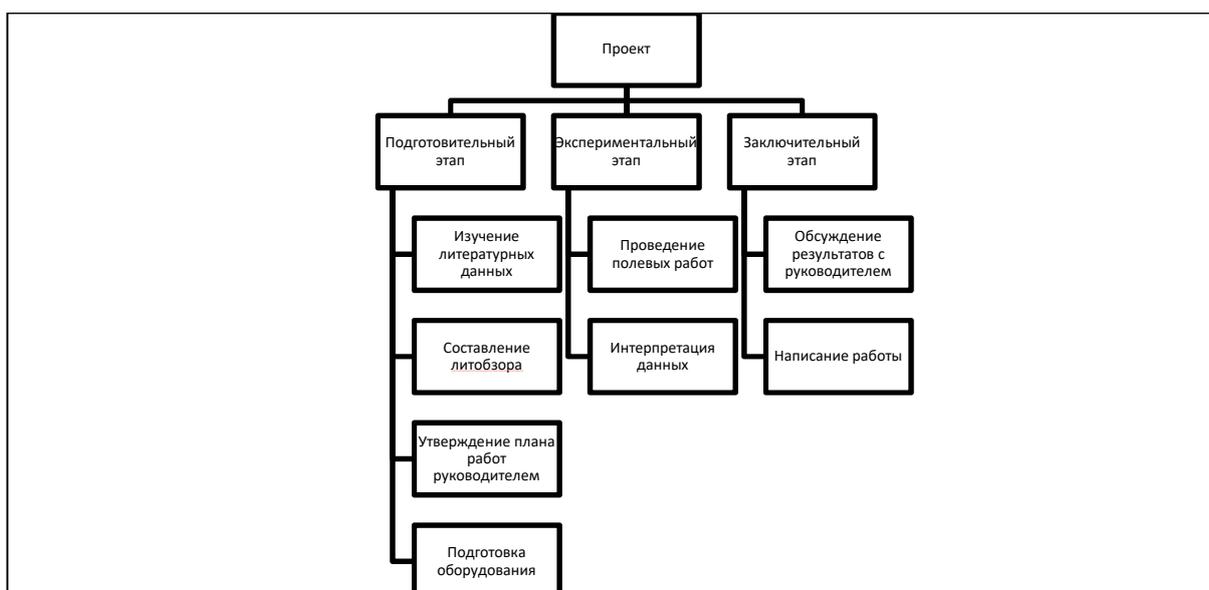


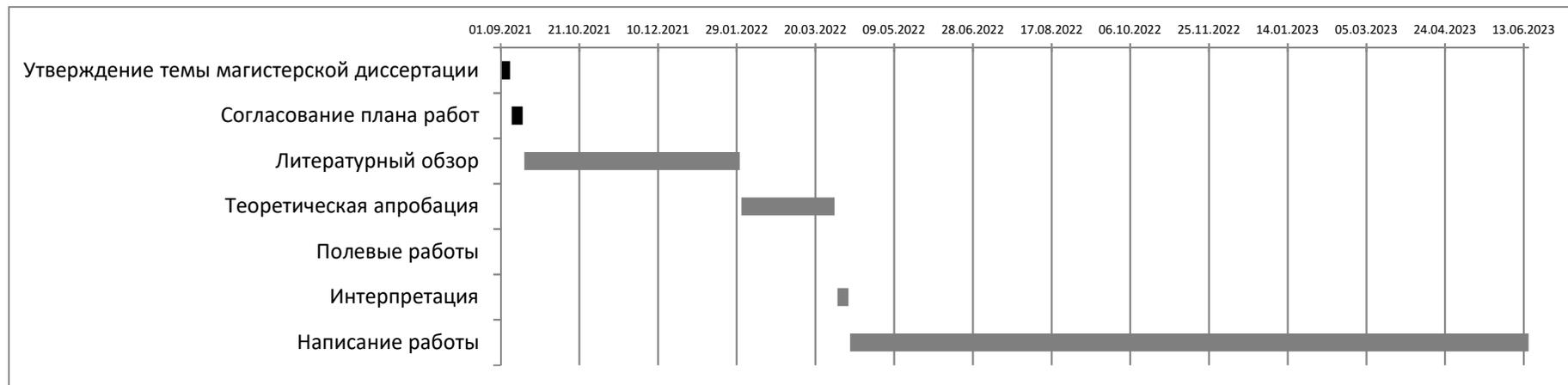
Рисунок 22 – Иерархическая структура работ

### 5.3.2 План проекта

В рамках планирования научного проекта построены календарный график проекта (таблица 16). Диаграмма Ганта представлена на рисунке 23.

Таблица 16 – Календарный план проекта

Название	Длительность, рабочие дни	Дата начала работ	Дата окончания работ	Состав участников
Утверждение темы магистерской диссертации	5	01.09.21	07.09.21	Ростовцев В.В., Гатина Н.В.
Согласование плана работ	6	08.09.21	15.09.21	Ростовцев В.В., Гатина Н.В.
Литературный обзор	98	16.09.21	31.01.22	Ростовцев В.В.
Теоретическая апробация	44	01.02.22	01.04.22	Ростовцев В.В.
Полевые работы	1	02.04.22	02.04.22	Ростовцев В.В.
Интерпретация	5	03.04.22	10.04.22	Ростовцев В.В.
Написание работы	310	11.04.22	16.06.23	Ростовцев В.В.
Итого:	469			



- Ростовцев В.В,



- Ростовцев В.В., Гатина Н.В.

Рисунок 23 – Диаграмма Ганта

#### 5.4 Бюджет научного исследования

Планирование бюджета подразумевает учет всех видов планируемых расходов. В процессе формирования бюджета, планируемые затраты сгруппированы по статьям. В данном исследовании выделены следующие группы затрат:

- Сырье, материалы, покупные изделия и полуфабрикаты;
- Специальное оборудование для научных работ;
- Заработная плата;
- Отчисления на социальные нужды;
- Накладные расходы.

*Сырье, материалы, покупные изделия и полуфабрикаты (за вычетом отходов).* В эту статью включаются затраты на приобретение всех видов материалов, комплектующих изделий и полуфабрикатов, необходимых для выполнения работ (таблица 17).

Таблица 17 – Расчет затрат по статье «Сырье и материалы»

Наименование	Количество	Цена за единицу, руб.	Сумма, руб.
Тетрадь	2 шт.	40,0	80,0
Ручка шариковая	3 шт.	31,0	93,0
Печать	170 стр.	2	340,0
Горючесмазочные материалы	80 лит.	45,25	3620
Энергия	4200 кВт/ч	3,16	13272
Всего за материалы	17405		
Транспортно-заготовительные расходы (3-5%)			522,15
<b>Итого по статье</b>			<b>17927,15</b>

*Специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ.* В данную статью включены все затраты, связанные с приобретением

специального оборудования, необходимого для проведения работ по теме НИР (таблица 18).

Таблица 18 – Расчет затрат по статье «Спецоборудование для научных работ»

№ п/п	Наименование оборудования	Кол-во единиц оборудования	Цена единицы оборудования, руб.	Общая стоимость оборудования, руб.
1	Комплект оборудования «ОКО-2», включающий ноутбук и программное обеспечение	1	1080000,0	1080000,0
2	Программное обеспечение MicrosoftOffice	1	10831,0	10831,0
<b>Итого, руб.:</b>				<b>1090831,0</b>

*Расчет основной заработной платы.* В настоящую статью включается основная заработная плата научных и инженерно-технических работников, рабочих макетных мастерских и опытных производств, непосредственно участвующих в выполнении работ. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы оплаты труда. Расчет основной заработной платы сводится в таблице 19.

$$C_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп} \quad (24)$$

где  $Z_{осн}$  – основная заработная плата;

$Z_{доп}$  – дополнительная заработная плата

Основная заработная плата ( $Z_{осн}$ ) руководителя (лаборанта, инженера) от предприятия (при наличии руководителя от предприятия) рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_{раб} \quad (25)$$

где  $Z_{осн}$  – основная заработная плата одного работника;

$T_{раб}$  – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн.;

$Z_{\text{дн}}$  – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}} \quad (26)$$

где:  $Z_{\text{м}}$  – месячный должностной оклад работника, руб.;

$M$  – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

при отпуске в 24 раб. дня  $M = 11,2$  месяца, 5-дневная неделя;

при отпуске в 48 раб. дней  $M = 10,4$  месяца, 6-дневная неделя;

$F_{\text{д}}$  – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн.

Расчет заработной платы научно – производственного и прочего персонала проекта проводили с учетом работы 2-х человек – научного руководителя и исполнителя. Баланс рабочего времени исполнителей представлен в таблице 19.

Таблица 19 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Магистрант
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней	102	102
- выходные дни	16	16
- праздничные дни		
Потери рабочего времени	48	48
- отпуск	14	0
- невыходы по болезни		
Действительный годовой фонд рабочего времени	185	199

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_{\text{м}} = Z_{\text{б}} \cdot (k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_{\text{р}} \quad (27),$$

где  $Z_{\text{б}}$  – базовый оклад, руб.;

$k_{\text{пр}}$  – премиальный коэффициент (определяется Положением об оплате труда);

$k_d$  – коэффициент доплат и надбавок;

$k_p$  – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Поскольку магистрант является еще и доцентом ТПУ, то расчет будем производить для него как для доцента. Оклад доцента на текущий момент составляет 39300 рублей. Оклад старшего преподавателя с ученой степенью (руководителя) на текущий момент составляет 34500 рублей. Расчет основной заработной платы приведен в таблице 20.

Таблица 20 – Расчет основной заработной платы

Исполнители	$Z_b$ , руб.	$k_{пр}$	$k_d$	$k_p$	$Z_m$ , руб.	$Z_{дн}$ , руб.	$T_r$ , раб. дн.	$Z_{осн}$ , руб.
Руководитель	34500	-	-	1,3	44850	2521,30	11	27734,27
Магистрант	39300	-	-	1,3	51090	2670,03	469	1252244,07

*Дополнительная заработная плата научно-производственного персонала.* Дополнительная заработная плата рассчитывается исходя из 10-15% от основной заработной платы, работников, непосредственно участвующих в выполнении темы. В данную статью включается сумма выплат, предусмотренных законодательством о труде, например, оплата очередных и дополнительных отпусков; оплата времени, связанного с выполнением государственных и общественных обязанностей; выплата вознаграждения за выслугу лет и т.п. Примем минимальный коэффициент дополнительной заработной платы, равный 10%.

$$Z_{доп} = Z_{осн} * k_{доп} \quad (28),$$

где  $Z_{доп}$  – дополнительная заработная плата, руб.;

$k_{доп}$  – коэффициент дополнительной зарплаты;

$Z_{осн}$  – основная заработная плата, руб.

В таблице 21 приведена форма расчёта основной и дополнительной заработной платы.

Таблица 21 – Заработная плата исполнителей НТИ

Заработная плата	Руководитель	Магистрант
Основная зарплата	27734,27	1252244,07
Дополнительная зарплата	2773,43	125224,41
Итого по статье С <sub>зп</sub>	30507,70	1377468.48

*Отчисления на социальные нужды.* Статья включает в себя отчисления во внебюджетные фонды.

$$C_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} * (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}) \quad (29),$$

где  $k_{\text{внеб}}$  – коэффициент отчисления на уплату во внебюджетные фонды.

На текущий момент отчисления на социальные нужды в Томском политехническом университете составляют 30%

Отчисления на социальные нужды составляют:

$$C_{\text{внеб}} = 0,3 * (30507,70 + 1377468.48) = 422392,85 \text{ рублей.}$$

*Научные и производственные командировки.* В эту статью включаются расходы по командировкам научного и производственного персонала, связанного с непосредственным выполнением конкретного проекта, величина которых принимается в размере 10% от основной и дополнительной заработной платы всего персонала, занятого на выполнении данной темы.

Затраты на научные и производственные командировки не предусмотрены, поскольку все работы выполняются на территории города Томска и в непосредственной близости от него.

*Оплата работ, выполняемых сторонними организациями и предприятиями.*

Сторонние организации для выполнения работ над данной темой не привлекались, однако включим в эту статью предоставление интернет трафика, который активно использовался при работе над темой. Расчет затрат на подрядные работы представлен в таблице 22.

Таблица 22 – Расчет затрат на подрядные работы

Работы/услуг и	Количество месяцев	Стоимость, руб	Итого, руб
Пользование безлимитным интернетом	21	690	14490

*Накладные расходы.* Расчет накладных расходов провели по следующей формуле:

$$C_{\text{накл}} = k_{\text{накл}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}) = 0,8 \cdot (30507,70 + 1377468,48) = 1126380,94$$

где  $K_{\text{накл}}$  – коэффициент накладных расходов принят 0,8.

Таким образом, затраты проекта составляет 847228,2, которые приведены в таблице 23.

Таблица 23 – Затраты научно-исследовательской работы

Вид исследования	Затраты по статьям									
	Сырье, материалы (за вычетом возвратных отходов), покупные изделия и полуфабрикаты	Специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	Основная заработная плата	Дополнительная плата	Отчислена на социальные нужды	Научные и производственные командировки	Оплата работ, выполняемых сторонними организациями и предприятиями	Прочие прямые расходы	Накладные расходы	Итого плановая себестоимость
Данное исследование	17927,15	1090831,0	1279978,34	127997,84	422392,85	-	14490	-	1126380,94	<b><u>4079998,12</u></b>
Аналог	23305,30	1418080,30	1663971,84	166397,19	549110,71	-	18837,00	-	1464295,22	5303997,56

#### 5.4.1 Организационная структура проекта

При определении организационной структуры проекта воспользуемся несколькими критериями и их значениями. Критерии и их значения, соответствующие проекту представлены в таблице 24.

Таблица 24 – Выбор организационной структуры научного проекта

<b>Критерии выбора</b>	<b>Функциональная</b>	<b>Матричная</b>	<b>Проектная</b>
Степень неопределенности условий реализации проекта	<u>Низкая</u>	Высокая	Высокая
Технология проекта	Стандартная	Сложная	<u>Новая</u>
Сложность проекта	Низкая	<u>Средняя</u>	Высокая
Взаимозависимость между отдельными частями проекта	Низкая	Средняя	<u>Высокая</u>
Критичность фактора времени (обязательства по срокам завершения работ)	Низкая	Средняя	<u>Высокая</u>
Взаимосвязь и взаимозависимость проекта от организаций более высокого уровня	Высокая	Средняя	<u>Низкая</u>

Как видно из таблицы, наиболее подходящей является проектная организационная структура, которая представлена на рисунке 24.



Рисунок 24 – Проектная структура проекта

#### 5.4.2 План управления коммуникациями проекта

План управления коммуникациями отражает требования к коммуникациям со стороны участников проекта (таблица 25).

Таблица 25 – План управления коммуникациями

	<b>Какая</b> информация передается	<b>Кто</b> передает информацию	<b>Кому</b> передается информация	<b>Когда</b> передает информацию
/п	Статус проекта	Исполнитель	Руководителю	Еженедельно (понедельник)
	Обмен информацией о текущем состоянии проекта	Исполнитель	Руководителю	Ежемесячно (конец месяца)
	Документы и информация по проекту	Исполнитель	Руководителю	Не позже сроков графиков и к. точек
	О выполнении контрольной точки	Исполнитель	Руководителю	Не позже дня контрольного события по плану управления

### 5.4.3 Реестр рисков проекта

Идентифицированные риски проекта включают в себя возможные неопределенные события, которые могут возникнуть в проекте и вызвать последствия, которые повлекут за собой нежелательные эффекты.

Информация по возможным рискам сведена в таблицу 26.

Таблица 26 – Реестр рисков

№	Риск	Вероятность наступления	Влияние риска	Уровень риска	Способы смягчения риска	Условия наступления
1	Помехи техногенного характера	4	5	Высокий	Проведение контрольных измерений	Присутствие линий электропередач в непосредственной близости от антенны
2	Потеря связи со спутниками	3	5	Средний	Снижение скорости съемки	Наличие физического препятствия в зоне GNSS приемника.
3	Ошибки при интерпретации	2	5	Низкий	Строгое следование методике интерпретации, внешний контроль.	Нарушение методики интерпретации

### 5.5 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности

#### 5.5.1 Оценка абсолютной эффективности исследования

В основе проектного подхода к инвестиционной деятельности предприятия лежит принцип денежных потоков. Особенностью является его прогнозный и долгосрочный характер, поэтому в применяемом подходе к анализу учитываются фактор времени и фактор риска. Для оценки общей

экономической эффективности используются следующие основные показатели:

- чистая текущая стоимость (NPV);
- индекс доходности (PI);
- внутренняя ставка доходности (IRR);
- срок окупаемости (DPP).

*Чистая текущая стоимость (NPV)* – это показатель экономической эффективности инвестиционного проекта, который рассчитывается путём дисконтирования (приведения к текущей стоимости, т.е. на момент инвестирования) ожидаемых денежных потоков (как доходов, так и расходов).

Расчёт NPV осуществляется по следующей формуле:

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{ЧДП_{опt}}{(1+i)^t} - I_0 \quad (30)$$

где: ЧДП<sub>опt</sub> – чистые денежные поступления от операционной деятельности;

$I_0$  – разовые инвестиции, осуществляемые в нулевом году;

$t$  – номер шага расчета ( $t= 0, 1, 2 \dots n$ )

$n$  – горизонт расчета;

$i$  – ставка дисконтирования (желаемый уровень доходности инвестируемых средств).

Расчёт NPV позволяет судить о целесообразности инвестирования денежных средств. Если  $NPV > 0$ , то проект оказывается эффективным.

Расчет чистой текущей стоимости представлен в таблице 21. При расчете рентабельность проекта составляла 20-25 %, норма амортизации - 10 %.  $Ag = Cперв * Na / 100$ , себестоимость = 4079998,12 р., Выручка = себестоимость \* 1,25 = 5099997,65

Таблица 27 – Расчет чистой текущей стоимости по проекту в целом

№	Наименование показателей	Шаг расчета				
		0	1	2	3	4
1	Выручка от реализации, руб.	0	<b>5099997,65</b>	<b>5099997,65</b>	<b>5099997,65</b>	<b>5099997,65</b>
2	Итого приток, руб.	0	5099997,65	5099997,65	5099997,65	5099997,65
3	Инвестиционные издержки, руб.	-4079998,12	0	0	0	0
4	Операционные затраты, руб. (35% от бюджета)	0	1427999,34	1427999,34	1427999,34	1427999,34
5	Налогооблагаемая прибыль(1-4)	0	3671998,31	3671998,31	3671998,31	3671998,31
6	Налоги 20 %, руб.(5*20%)	0	734399,66	734399,66	734399,66	734399,66
8	Чистая прибыль, руб.(5-6)	0	2937598,65	2937598,65	2937598,65	2937598,65
9	Чистый денежный поток (ЧДП), руб.(чистая прибыль+амортизация)	-4079998,12	3345598,46	3345598,46	3345598,46	3345598,46
10	Коэффициент дисконтирования при $i=20\%$ (КД)	1	<u>0,833</u>	<u>0,694</u>	<u>0,578</u>	<u>0,482</u>
11	Чистый дисконтированный денежный поток (ЧДД), руб.(9*10)	-4079998,12	2786883,52	2321845,33	1933755,91	1612578,46
12	$\sum$ ЧДД		<b>4575065,10 руб.</b>			
12	Итого NPV, руб.		<b>495066.98 руб.</b>			

$$NPV = 4575065,10 - 4079998,12 = 495066.98 \text{ руб.} > 0$$

Коэффициент дисконтирования рассчитан по формуле:

$$КД = \frac{1}{(1+i)^t} \quad (31)$$

где:  $i$  – ставка дисконтирования, 20 %;

$t$  – шаг расчета.

Таким образом, чистая текущая стоимость по проекту в целом составляет 495066.98 рублей, что позволяет сделать вывод об его эффективности.

**Индекс доходности(PI)** – показатель эффективности инвестиции, представляющий собой отношение дисконтированных доходов к размеру

инвестиционного капитала. Данный показатель позволяет определить инвестиционную эффективность вложений в данный проект. Индекс доходности рассчитывается по формуле:

$$PI = \sum_{t=1}^n \frac{ЧДП_t}{(1+i)^t} / I_0 > 1 \quad (32)$$

где: ЧДД - чистый денежный поток, руб.;

$I_0$  – начальный инвестиционный капитал, руб.

Таким образом PI для данного проекта составляет:

$$PI = \frac{4575065,10}{4079998,12} = 1,12$$

Так как  $PI > 1$ , то проект является эффективным.

*Внутренняя ставка доходности (IRR)*. Значение ставки, при которой обращается в нуль, носит название «внутренней ставки доходности» или IRR. Формальное определение «внутренней ставки доходности» заключается в том, что это та ставка дисконтирования, при которой суммы дисконтированных притоков денежных средств равны сумме дисконтированных оттоков или =0. По разности между IRR и ставкой дисконтирования  $i$  можно судить о запасе экономической прочности инвестиционного проекта. Чем ближе IRR к ставке дисконтирования  $i$ , тем больше риск от инвестирования в данный проект.

Между чистой текущей стоимостью (NPV) и ставкой дисконтирования ( $i$ ) существует обратная зависимость. Эта зависимость представлена в таблице 28 и на рисунке 25.

Из таблицы и графика следует, что по мере роста ставки дисконтирования чистая текущая стоимость уменьшается, становясь отрицательной. Значение ставки, при которой NPV обращается в ноль, носит название «внутренней ставки доходности» или «внутренней нормы прибыли». Из графика получаем, что IRR составляет 0,75.

Таблица 28 – Зависимость NPV от ставки дисконтирования

№	Наименование показателя	0	1	2	3	4	
1	Чистые денежные потоки, руб.	- 4079998,12	3345598,46	3345598,46	3345598,46	3345598,46	NPV, руб.
2	Коэффициент дисконтирования						
	0,1	1	<b>0,909</b>	0,826	0,751	0,683	
	0,2	1	0,833	0,694	0,578	0,482	
	0,3	1	0,769	0,592	0,455	0,350	
	0,4	1	0,714	0,510	0,364	0,260	
	0,5	1	0,667	0,444	0,295	0,198	
	0,6	1	0,625	0,390	0,244	0,153	
	0,7	1	0,588	0,335	0,203	0,112	
	0,8	1	0,556	0,309	0,171	0,095	
	0,9	1	0,526	0,277	0,146	0,077	
	1	1	0,500	0,250	0,125	0,062	
3	Дисконтированный денежный поток, руб.						
	0,1	-4079998,1	3041149	2763464,33	2512544	2285044	6522203,40
	0,2	-4079998,1	2786884	2321845,33	1933756	1612578	4575065,10
	0,3	-4079998,1	2572765	1980594,29	1522247	1170959	3166568,14
	0,4	-4079998,1	2388757	1706255,21	1217798	869856	2102667,83
	0,5	-4079998,1	2231514	1485445,72	986952	662428	1286341,81
	0,6	-4079998,1	2090999	1304783,4	816326	511877	643986,91
	<b>0,7</b>	-4079998,1	1967212	1120775,48	679156	374707	61852,77
	<b>0,8</b>	-4079998,1	1860153	1033789,92	572097	317832	-296126,26
	0,9	-4079998,1	1759785	926730,773	488457	257611	-647414,10
	1,0	-4079998,1	1672799	836399,615	418200	207427	-945172,36

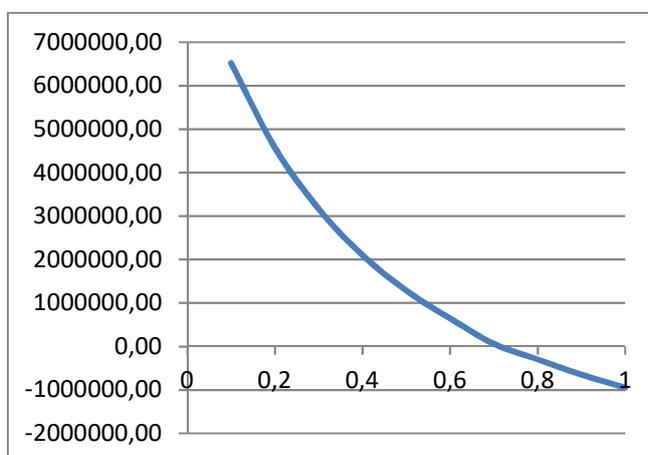


Рисунок 25 – Зависимость NPV от ставки дисконтирования

$IRR > i$ , проект эффективен.

Запас экономической прочности проекта:  $75\% - 20\% = 55\%$

*Дисконтированный срок окупаемости.* Одним из недостатков показателя простого срока окупаемости является игнорирование в процессе его расчета разной ценности денег во времени.

Этот недостаток устраняется путем определения дисконтированного срока окупаемости. То есть это время, за которое денежные средства должны совершить оборот.

Наиболее приемлемым методом установления дисконтированного срока окупаемости является расчет кумулятивного (нарастающим итогом) денежного потока (таблица 29).

Таблица 29 – Дисконтированный срок окупаемости

№	Наименование показателя	Шаг расчета				
		0	1	2	3	4
1	Дисконтированный чистый денежный поток ( $i = 0,20$ ), руб.	- 4079998,12	2786883, 52	2321845, 33	1933755,91	1612578,46
2	То же нарастающим итогом, руб.	- 4079998,12	- 1293114, 6	1028730, 73	2962486,64	4575065,1
3	Дисконтированный срок окупаемости	<b><math>DP_{дск} = 1 + (1293114,6 / 2321845,33) = 1,56</math></b> года				

*Социальная эффективность научного проекта* учитывает социально-экономические последствия осуществления научного проекта для общества в целом или отдельных категорий населения или групп лиц, в том числе как непосредственные результаты проекта, так и «внешние» результаты в смежных секторах экономики: социальные, экологические и иные внеэкономические эффекты (таблица 30).

Таблица 30 – Критерии социальной эффективности

ДО	ПОСЛЕ
Отсутствие возможности получить данные по подземным сооружениям, позволяющие определить положение объекта в 3Д пространстве.	Методика позволяет получать данные о подземных сооружениях, позволяющие координировать их в трехмерном пространстве.
Отсутствие возможности обнаружить и координировать подземные объекты, данные о которых неточны или утрачены.	Методика позволяет обнаруживать подземные объекты вне зависимости о наличии каких-либо данных об их местоположении.

### 5.5.2 Оценка сравнительной эффективности исследования

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат трех (или более) вариантов исполнения научного исследования. Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется по следующей формуле:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}} \quad (33)$$

где:  $I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}$  – интегральный финансовый показатель разработки;

$\Phi_{pi}$  – стоимость  $i$ -го варианта исполнения;

$\Phi_{\text{max}}$  – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное увеличение бюджета затрат разработки в размах (значение больше единицы), либо соответствующее численное удешевление стоимости разработки в размах (значение меньше единицы, но больше нуля).

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить по следующей формуле:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i \quad (34)$$

где:  $I_{pi}$  – интегральный показатель ресурсоэффективности для  $i$ -го

варианта исполнения разработки;

$a_i$  – весовой коэффициент  $i$ -го варианта исполнения разработки;

$b_i^a, b_i^p$  – бальная оценка  $i$ -го варианта исполнения разработки,

устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

$n$  – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности приведен в форме таблицы (таблице 31).

Таблица 31 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

ПО Критерии	Весовой коэффициент параметра	Текущий проект	Аналог 1	Аналог 2
1. Способствует росту производительности труда пользователя	0,1	5	5	2
2. Точность координации	0,3	5	4	5

Продолжение таблицы 31

3. Надежность	0,1	5	3	4
4. Помехозащищенность	0,2	4	2	5
5. Простота эксплуатации	0,1	4	5	3
6. Скорость интерпретации	0,2	4	4	4
Итого	1	27	23	23

$$I_m^p = 5 \cdot 0,1 + 5 \cdot 0,3 + 5 \cdot 0,1 + 4 \cdot 0,2 + 4 \cdot 0,1 + 4 \cdot 0,20 = 4,5$$

$$I_1^A = 5 \cdot 0,1 + 4 \cdot 0,3 + 3 \cdot 0,1 + 2 \cdot 0,2 + 5 \cdot 0,1 + 4 \cdot 0,20 = 3,7$$

$$I_2^A = 2 \cdot 0,1 + 5 \cdot 0,3 + 4 \cdot 0,1 + 5 \cdot 0,2 + 3 \cdot 0,1 + 4 \cdot 0,20 = 4,2$$

Интегральный показатель эффективности разработки  $I_{\text{финр}}^p$  и аналога  $I_{\text{финр}}^a$  определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{\text{финр}}^p = \frac{I_m^p}{I_{\text{ф}}^p}; I_{\text{финр}}^a = \frac{I_m^a}{I_{\text{ф}}^a} \quad (35)$$

Сравнение интегрального показателя эффективности текущего проекта и аналогов позволит определить сравнительную эффективность проекта. Сравнительная эффективность проекта определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{ср}} = \frac{I_{\text{финр}}^p}{I_{\text{финр}}^a} \quad (36)$$

где:  $\mathcal{E}_{\text{ср}}$  – сравнительная эффективность проекта;

$I_{\text{финр}}^p$  – интегральный показатель разработки;

$I_{\text{финр}}^a$  – интегральный технико-экономический показатель аналога.

Сравнительная эффективность разработки по сравнению с аналогами представлена в таблице 32.

Таблица 32 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Разработка	Аналог 1	Аналог 2
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,16	0,18	0,18
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,50	3,7	4,20
3	Интегральный показатель эффективности	28,13	20,56	23,33
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,37	1,0	1,13

Выводы: Сравнение значений интегральных показателей эффективности позволяет понять, что разработанный вариант проведения проекта является наиболее эффективным при решении поставленной в магистерской диссертации технической задачи с позиции финансовой и ресурсной эффективности.

В ходе выполнения раздела финансового менеджмента определена чистая текущая стоимость, (NPV), равная 4575065,10 руб.; индекс доходности  $PI=1,12$ , внутренняя ставка доходности  $IRR=75\%$ , срок окупаемости  $PP_{дск}=1,56$  года.

Таким образом мы имеем ресурсоэффективный проект с высоким запасом финансовой прочности и коротким сроком окупаемости.

## Заключение

В ходе выполнения работы были проанализированы нормативно-правовые, методические, физические и другие основы информационного обеспечения кадастровых работ в отношении подземных сооружений с применением геофизических методов. Кроме того были проведены опытные работы на реальном объекте с применением георадиолокации.

Полученные данные убедительно показали, что предлагаемая методика информационного обеспечения кадастровых работ имеет большие перспективы как с точки зрения производства работ, так и по экономическим показателям.

В качестве основного вывода по работе можно заявить, что предлагаемая методика высокоэффективна. Кроме того, в условиях постоянно усложняющейся инфраструктуры данная методика требует скорейшего внедрения в деятельность по кадастровому учету в отношении подземных сооружений.

## Список использованных источников.

1. 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.
2. 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.
3. 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.
4. Об информации, информационных технологиях и о защите информации : федер. закон от 27.07.2006 № 149-ФЗ. - URL: <http://www.consultant.ru>. – Текст : электронный.
5. 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.
6. 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.

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

8. 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.

9. 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.

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

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

12. 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. 1X 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.

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

14. 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.

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

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. Долгополов, Д. В. Геоинформационное обеспечение безопасной эксплуатации трубопроводного транспорта / Д. В. Долгополов, В. А. Мелкий,

А. А. Верхотуров. – Текст : непосредственный // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. - 2021. - Т. 332. - № 12. - С. 52-63. - DOI 10.18799/24131830/2021/12/3028.

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

20. 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.

21. 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.

22. 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.

23. 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.

24. 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/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_95720/). - Загл. с экрана. – Текст : электронный.

25. 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.

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

27. Шайман, Н. В. О квалификации объектов как объектов недвижимости, в отношении которых осуществляется государственный кадастровый учет и государственная 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.

28. 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.

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

30. 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 Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии от 15.03.2022 № П/0082. - URL: <http://www.consultant.ru>. – Текст : электронный.

31. 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.

32. Епифанова, Е. А. Определение деформаций стального вертикального цилиндрического резервуара объемом  $v = 10\ 000$  м<sup>3</sup> 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.

33. 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.

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

35. 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, машиноместа : приказ Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии от 23.10.2020 № П/0393. - URL: <http://www.consultant.ru>. – Текст : электронный.

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

37. 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.

38. 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.

39. 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.

40. Гатина, Н. В. Разработка методики информационного обеспечения кадастровых работ в отношении линейных наземных и подземных инженерных сооружений : Дис. Канд. тех. наук : 25.00.26 / Н.В. Гатина. – Томск, 2022. – 140 с. – Текст : непосредственный.

41. Способы прокладки трубопроводов / – Сайт НПО «Спецнефтемаш», – Текст электронный // ООО «НПР «Спецнефтемаш» : [сайт]. – ULR: <https://snmash.ru/articles/166-sposoby-prokladki-truboprovodov.html> – Текст : электронный.

42. Резяпов, Гумер Ибрагимович. Сейсморазведка : учебное пособие для вузов / Г. И. Резяпов; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — Томск : Изд-во ТПУ, 2012. — 311 с. – Текст : непосредственный.

43. Технология поиска кабелей и труб / – Сайт группы компаний «Пергам», – Текст электронный // АО «Пергам-Инжиниринг» : [сайт]. – ULR: <https://www.pergam.ru/articles/poisk-kabelei-trub.htm> – Текст : электронный.

44. Приборы для поиска и диагностики подземных инженерных коммуникаций / – Сайт журнала «Основные средства», – Текст электронный // ООО «РИА «Россбизнес» : [сайт]. – ULR: <https://os1.ru/magazine> – Текст : электронный.

45. Талалов А.Д., Даев Д.С. О структурном механизме частотной дисперсии электрических свойств гетерогенных горных пород. / А.Д.

Талалов, Д.С. Даев. Текст : непосредственный // Физика Земли. – 1996. № 8. - с. 56 – 66.

46. Финкельштейн М.И., Кутев В.А., Золотарев В.П. Применение радиолокационного подповерхностного зондирования в инженерной геологии. / М.И. Финкельштейн, В.А. Кутев, В.П. Золотарев. – Текст : непосредственный; М., Недра, 1986. - 128 с.

47. Инструкция по электроразведке. / Министерство геологии СССР. – Текст : непосредственный; Л., Недра, 1984. – 534 с.

48. Правила безопасности при геологоразведочных работах. / Министерство природных ресурсов РФ. – Текст : непосредственный; Спб., 2005. – 221с.

49. Трудовой кодекс Российской Федерации : федер. закон от 30.12.2001 № 197-ФЗ. - URL: <http://www.consultant.ru>. – Текст : электронный.

50. ГОСТ 12.0.003-2015 Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация : приказ Росстандарта от 09.06.2016 № 602-ст. - URL: <http://www.consultant.ru>. – Текст : электронный.

51. ГОСТ 12.2.033-78 Система стандартов безопасности труда. Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования. : постановление Госстандарта СССР от 26.04.1978 №1100 - URL: <http://www.consultant.ru>. – Текст : электронный.

52. ГОСТ 12.2.032-78 Система стандартов безопасности труда». Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования. : постановление Госстандарта СССР от 26.04.1978 №1102 - URL: <http://www.consultant.ru>. – Текст : электронный.

53. Санитарные правила СП 2.2.3670-20 "Санитарно-эпидемиологические требования к условиям труда" : Постановление Главного санитарного врача РФ от 02.12.2020 №40 - URL: <http://www.consultant.ru>. – Текст : электронный.

54. Методические рекомендации МР 2.2.7.2129-06. 2.2.7. «Физиология труда и эргономика. Режимы труда и отдыха работающих в холодное время на открытой территории или в неотапливаемых помещениях.» / Роспотребнадзор, 2006. - URL: <http://www.consultant.ru>. – Текст : электронный.

55. Санитарные правила и нормы СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания" : Постановление Главного санитарного врача РФ от 28.01.2021 №2 - URL: <http://www.consultant.ru>. – Текст : электронный.

56. ГОСТ Р 53692-2009 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Этапы технологического цикла отходов. : приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 15 декабря 2009 г. N 1092-ст - URL: <http://www.consultant.ru>. – Текст : электронный.

57. Санитарные правила СП 52.13330.2016 "Естественное и искусственное освещение" : приказ Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ от 07.11.2016 №777/пр - URL: <https://docs.cntd.ru/document/456054197>. – Текст : электронный.

58. Атаманов, С. А. Разработка методологии кадастровой деятельности в целях повышения качества кадастрового учета и регистрации прав : автореферат Дис. док. тех. наук : 25.00.26 / С.А. Атаманов. – Москва, 2021. – 47 с. – Текст : непосредственный.

59. Литвинцев, К. А. Разработка методики совершенствования информационного обеспечения кадастра недвижимости с использованием стерео моделей местности : автореферат Дис. Канд. тех. наук : 25.00.26 / К.А. Литвинцев. – Москва, 2022. – 28 с. – Текст : непосредственный.

60. Гура, Д. А. Информационное обеспечение кадастра недвижимости: исторический опыт, современность и перспективы / Д. А. Гура, А. П. Павлюкова // Современные проблемы и перспективы развития земельно-имущественных отношений : Сборник статей по материалам II

Всероссийской научно-практической конференции, Краснодар, 24 апреля 2020 года / Отв. за выпуск Е.В. Яроцкая. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2020. – С. 63-69.

## Приложение А

### Approbation of methods of information support of cadastral works with the use of geophysical methods of surveying underground structures

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2УМ11	Rostovtsev Vitaliy Valerievich		

Руководитель выпускной квалификационной работы

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Гатина Н.В.	Кандидат технических наук		

Консультант-лингвист кафедры иностранных языков

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Болсуновская Л.М.	Кандидат филологических наук		

1. The current state of the methodology of cadastral works in relation to linear objects

### 1.1 Informational and analytical review

Cadastral registration of underground structures is extremely important because accurate knowledge of the location, type, date of commissioning of underground structures can significantly reduce the accident rate at such facilities due to timely repair work and minimize the risk of damage to underground structures during various activities in the immediate vicinity of them. Infrastructure development increases this importance many times over. In addition, with infrastructure development comes the need to build underground structures at different depths, and such structures may overlap or overlap. In this regard, there is a need to accurately position them in three-dimensional space. Unfortunately, standard geodesic methods used in cadastral registration do not fully meet modern cadastral tasks in this area.

From the point of view of cadastral registration underground structures are capital construction objects, and, as a rule, linear. According to paragraph 10.1 of Article 1 of the Town Planning Code linear objects include power lines, communication lines (including linear and cable structures), pipelines, highways, railway lines and other similar structures [13].

With regard to capital construction objects, in particular linear engineering structures, from 2000 to 2012 the state technical registration was carried out, on the basis of which technical passports in paper form were issued in respect of such objects.

Technical registration and technical inventory of capital construction objects [1], information about which belongs to the category of restricted access, were carried out by organizations of technical registration and technical inventory of capital construction objects.

By 2012 the works on transfer of the data on the objects of real estate from the previously created databases of technical registration of capital construction

objects to the State Real Estate Cadastre and transfer to the territorial bodies of the Federal Service for State Registration, Cadastre and Cartography of the archives with simultaneous formation of the database of the objects of real estate had been completed. The electronic archives consisted of photographed pages of each technical passport and an XML-file with its description (an electronic document which contains information about the characteristics of the objects of technical registration) attached to each object. The XML-files were loaded into the automated information system of the State Real Estate Cadastre (AIS GKN) where cadastral numbers were assigned to capital construction objects. Such objects were entered as "previously accounted for", i.e., without being geo-referenced on the ground.

By the end of 2013 the program "Development of a Unified State System of Registration of Rights and Cadastral Registration of Real Estate (2014-2020)" was approved. [2].

In order to organize centralized management of the IT infrastructure, ensure reliable data storage and the functioning of various information systems of the Federal Service for State Registration, Cadastre and Cartography, it was necessary to create a centralized computing infrastructure and data storage infrastructure using the infrastructure created when implementing the Concept of transferring the processing and storage of state information resources not containing information constituting state secrets to the system

Today information systems are successfully developed and operate throughout the Russian Federation [3]. These systems are designed to store various information about real estate objects.

According to the Federal Law No. 149-FL dated 27.07.2006 (ed. on 29.12.2020) "On Information, Information Technology and Information Security" [4] information systems are currently developing in Russia. [4] currently developing GIS at the federal, regional, municipal levels, presented in Figure 2, in the field of urban planning and spatial planning [5] and other related areas.

The Federal State Information System of the Unified State Register of Real Estate (FGIS UGRN) [6], which provides access to the information contained in the Unified State Register of Real Estate, including by sending online requests via the Internet, serves as a federal one.

Through cadastral works the UGIS is filled with information about real estate objects, including linear engineering structures. The section "Real Estate Cadastre" includes basic and additional information on linear engineering structures through the preparation of technical plans for such structures.



Figure 1 – Classification of existing information systems containing information about linear engineering structures

In addition to the Unified State Register of Real Estate, which is a collection of reliable systematized information in textual form (semantic information) and graphical form (graphical information) [7], there are other related information

systems. By means of such information systems the state ensures the quality provision of public services and forms a favorable investment climate [8, 9].

Federal information systems, along with FGIS USRN, also include the Federal Geographic Information System of Territorial Planning (FGIS TP), which provides access to the information contained in the state information resources, state and municipal information systems, including state information systems of urban planning, and necessary to support the activities of public authorities and local governments in the field of territorial planning. The system of territorial planning displays documents of territorial planning, which includes schemes of transport infrastructure and engineering infrastructure, master plans, which includes maps of areas with special conditions of use of the territory and a map of the planned placement of local facilities, as well as projects of land planning and projects of land demarcation.

Regional information systems include state information systems for urban planning [12, 13], which contain data, documents and materials on the development of territories, on their development, on existing and planned capital construction facilities and other data necessary for urban planning activities, including maps of the planned location of facilities of federal, regional and local importance, the main part of the territory planning and area planning projects

Based on GISOGD data the basis for the development of cartographic materials on linear engineering structures are duty plans, which are updated based on the results of engineering surveys and plans of surface and underground utilities [14].

Municipal information systems (MIS) are created based on the decision of the local government and are the information environment for the creation, storage, analysis and dissemination of information in the interests of municipal authorities, businesses and citizens. MIS are created in order to support the work of the authorities in a timely manner.

Each information system contains extensive information about real estate objects, including linear engineering structures.

However, a large amount of disparate data, accumulated over the past decades in the local government, resource and other organizations, for the most part does not match the data contained in the UGRN. Prompt provision of relevant spatial information [15] to consumers about linear engineering structures prevents the impossibility of comparing data on such objects in a single geographic information space [16, 17, 18, 19, 20], because such materials and information are contained both in electronic form and in hard copy. At the same time, the use of different projections, coordinate systems, and database technologies complicate the process of information exchange [21].

Thus, at the present stage of development of information systems, there is a global problem of divergence of information about the location of linear engineering structures in information systems of different levels. All this necessitates the search for new solutions [22, 23] using a systematic approach and linking existing resources.

## 1.2 Analysis of information support for cadastral works in relation to linear surface and underground engineering structures

Since UGRN is a system of reliable systematized information in text form (semantic information) and graphical form (graphic information), the quality of information support of cadastral works, as a result of which the relevant information is entered in UGRN, is an important direction of development of the relevant section of knowledge on land and property relations in the RF [7].

According to Clause 7 of Article 1 of the Federal Law of 13.07.2015 № 218-FL (ed. from 31.07.2020) "On State Registration of Real Estate". [7], the State registration of immovable property is the inclusion in the USRN of information on land plots, buildings, constructions, premises, parking places, on objects of unfinished construction, on unified immovable complexes, and in cases established by federal law, on other objects which are firmly connected with the land, that is, the movement of which without incommensurate damage to their designation is

impossible, which confirm the existence of such real estate with characteristics allowing to define it as an individually identifiable property.

According to clause 10, article 1 of the Civil Code of the RF [13] the BCC are buildings, constructions and structures, which construction has not been completed (unfinished construction objects), except for non-capital constructions, structures and inseparable improvements of a land plot (paving, coverage etc.). Also, in accordance with clause 10.1, article 1 of the Civil Code of the Russian Federation, linear objects - power lines, communication lines (including linear and cable structures), pipelines, highways, railway lines and other similar structures. In accordance with clause 23 of article 2 of Federal Law #384-FL "Technical Regulations on Safety of Buildings and Structures" from 30.12.2009. [24], a structure is a result of construction, which is a three-dimensional, planar or linear building system with above-ground, above-ground and (or) underground parts, consisting of supporting, and in some cases enclosing building structures and designed to perform production processes of various types, storage of products, temporary stay of people, movement of people and cargo.

Thus, linear engineering structures are real estate objects, information about which must necessarily be entered in the Unified State Register of Civil Engineering Structures.

As part of the thesis work scientific publications on linear engineering structures and their classification were analyzed.

The development of the classification of engineering structures were engaged by Semenova O.S. [25], Kartoziya B.A. [26], who proposed a general classification of such structures, dividing them by their functional purpose, based on international experience in the development of surface and underground space. Some researchers [27] proposed a classification of engineering structures: according to the functional purpose, dividing them into civil, hydraulic, agricultural, industrial and transport facilities, as well as depending on the materials from which they are erected, on the service life, on the geometric shape in the plan and other parameters. Victorova L.A. [28] proposes to divide

engineering structures as elements of the architectural environment, and complements the classification by the volumetric characteristics and compositional impact of buildings on the building.

Having analyzed the above-mentioned scientific and technical publications, it was concluded that it is necessary to combine the existing classifications into a classification of linear engineering structures, which are subject to mandatory cadastral registration and have above-ground, above-ground and underground spatial arrangement. Such classification is shown in figure 2.

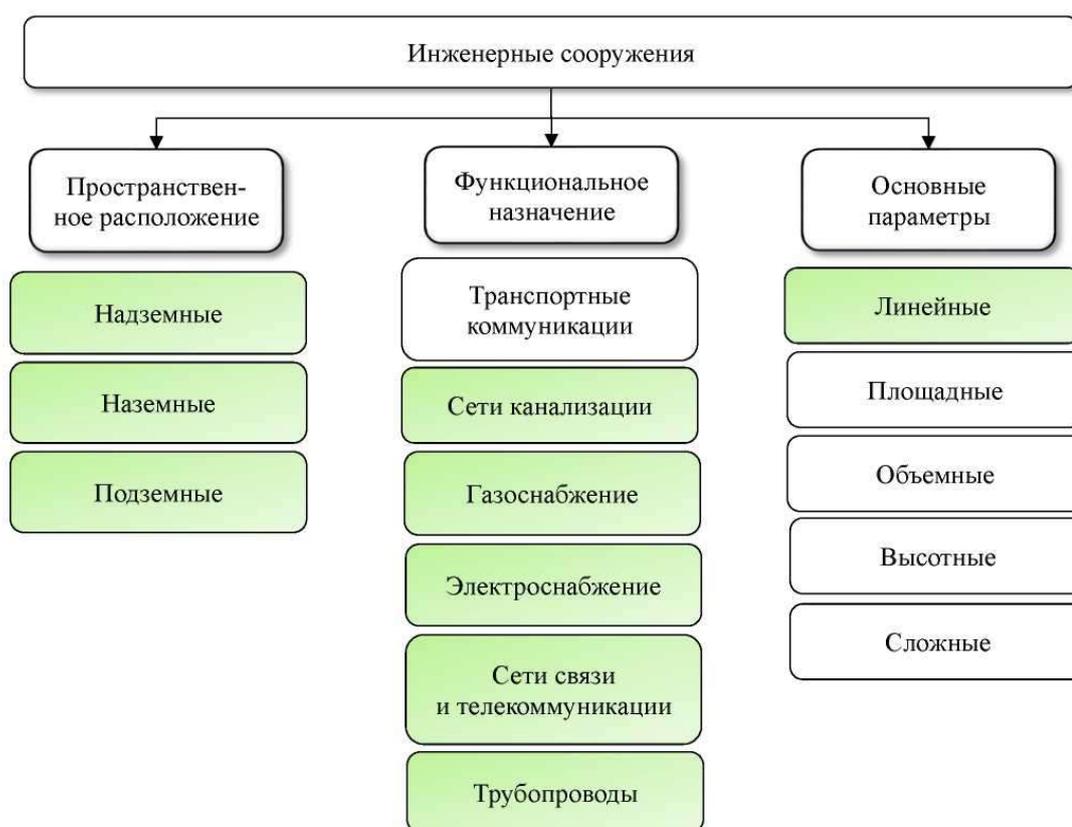


Figure 2 – Actualized classification of linear structures by purpose, main parameters and type of location [25, 26, 27, 28]

In this study special attention is paid to underground linear engineering structures.

According to Clause 7 of Article 1 of the Federal Law of 13.07.2015 No. 218-FZ (ed. on 31.07.2020) "On State Registration of Real Estate". [7], the state cadastral registration of real estate is the introduction to the Unified State Register of Real Estate of information on land plots, buildings, structures, premises, parking

places, objects of unfinished construction, unified real estate complexes, and in cases established by federal law, and other objects, which are firmly connected with the land, that is, the movement of which without incommensurate damage to their purpose is impossible, which confirm the existence of such real estate with the characteristics, p. 3.

Through the performance of cadastral works the Unified State Register of Real Estate Objects is filled with relevant and reliable information on real estate objects [29], including linear engineering structures.

The current order of filling the Unified State Register of Real Estate Objects can be represented as a scheme shown in Fig. 4.

According to article 7 of the Federal Law No. 218-FL of 13.07.2015 "On State Registration of Real Estate". [7] the UGRN includes the real estate cadastre, the register of rights to real estate, the register of information on the boundaries of ZOUIT, the register of cases, cadastral maps and document registration books.

The cadastre of real estate includes basic and additional information on engineering structures on the basis of the prepared technical plan for the real estate. According to clause 8 of article 24 of the Federal Law [7] it is established that information on structures, except for information on the location of such real estate on the land plot and their area, the area of building are indicated in the technical plan on the basis of design documentation of such real estate submitted by the customer of cadastral works.



Figure 3 – Actualized algorithm of cadastral information input to the USRN

The documents required for the state registration of linear engineering structures also include the following documents:

- application for state cadastral registration of real estate and (or) state registration of rights to real estate;
- technical plan prepared in accordance with the requirements of the Order of the Ministry of Economic Development of Russia from 18.12.2015 № 953 (ed. from 25.09.2019) "On approval of the form of the technical plan and requirements for its preparation, the composition of the information contained in it, as well as the form of the declaration on the property, requirements for its preparation, the composition of the information contained in it". [30];
- Document that establishes or certifies the right of the applicant to act as the owner of the real estate object;
- document confirming the authority of the applicant's representative.

In order to ensure the safety and create the necessary conditions for the operation of linear engineering structures, zones with special conditions of territory use are established to ensure the safe functioning and operation of such facilities [31]. The legal regime for establishing such zones is regulated by city planning and land laws [13, 32], electric power industry laws (protection zones of electric grid facilities and protection zones of electric power generation facilities), industrial safety laws (protection zones of main pipelines and protection zones of gas distribution networks), rail transport laws (protection zones of railroads), laws on sanitary and epidemiological well-being (protection zones of railroads).

The Government of the Russian Federation has prioritized the introduction of cadastral information in the USRN, including the establishment of boundaries of SPZs and the introduction of reliable and up-to-date information in the USRN on the boundaries of such zones by January 1, 2022. It should be noted that information on protected zones of linear engineering structures is entered in the section of the Unified State Register of Legal Entities - the register of boundaries on the basis of the textual and graphic description of the location of ZOUIT borders prepared by a cadastral engineer [33].

The result of entering cadastral information about linear engineering structures and special regime of use of the land plot on which they are located, is the display of information in graphical and textual forms on the duty cadastral maps.

### 1.3 Existing algorithm of cadastral works in relation to linear surface and underground engineering structures

As of today in accordance with the Federal law "On cadastral activities" [34] only the cadastral maps are executed. Cadastral engineers [34] only cadastral engineers are authorized to carry out cadastral surveying activities.

The cadastral works fulfillment algorithm may be represented as a scheme on Fig. 4 and 5.

At the first stage of cadastral works a cadastral engineer relies on the available documents and materials provided by the customer of cadastral works based on the subcontracting agreement, unless otherwise established by the federal law, as well as on the territory survey, measurements and coordinating of real estate objects on the ground at the second stage of works respectively.

The competence of a cadastral engineer includes only determining the coordinates of characteristic points of real estate objects, while the main characteristics are determined from the underlying documents (design documentation, technical passport, commissioning permit for the object).

In accordance with the current regulatory requirements [35], the location of real estate objects in the territorial formation is determined by flat rectangular coordinates in the coordinate system established for maintaining the UGRN, and urban planning activities - in the same coordinate system, but usually with the location of the axial meridian in the central part of the TR.



Figure 4 – The first and second stages of the updated algorithm of cadastral works in relation to linear engineering structures



Figure 5 – The third and fourth stages of the updated algorithm of cadastral works in relation to linear engineering structures

Thus, in most cases, there is a discrepancy in the parameters of real estate objects defined in different coordinate systems. Especially this negative aspect applies to linear structures of considerable length in the variant of crossing several cadastral districts.

In this case, in accordance with the property of the Gauss-Krueger projection, there is a significant increase in the linear parameters of LIS relative to the actual length [36]. This provision must be taken into account when carrying out cadastral and especially urban planning works.

It is advisable to determine the coordinates of characteristic points of the SA by the following methods fixed in the current normative-legal support of cadastral works [35]:

- geodetic method (the use of traditional ground-based measuring technologies);
- the method of satellite geodetic determinations (the method widely used nowadays, especially the RTK mode, in the case when there are permanently operating base stations (PSBS) in the territorial unit);
- the combined technique (the combination of ground-based measuring technologies and GNSS technologies, currently the most technologically advanced and applied method); this method should be recommended for the case when it is difficult to use GNSS technologies because of the poor radio visibility from the characteristic points to the DCP;
- Photogrammetric method (widely used when using unmanned aerial vehicles (UAVs);
- Cartometric method (a less expensive method, which consists in measuring the coordinates of characteristic points from the topographic map or plan); one of the negative features of this method is the dependence of the coordinates determination accuracy on the scale of the topographic base;
- analytical method (used only when the defined characteristic point is located in the alignment of the line, which is formed by CT with already known coordinates).

Let's note that nowadays the method of laser scanning which consists in use of a reflectorless laser which by means of mathematical processing of the reflected laser beam defines a vector from the laser center to a characteristic point of a terrain is widespread. Vector parameters are determined on the basis of the following measured elements: line length  $L$ , orientation horizontal angle  $c$ , slope angle  $y$ . On the basis of these measured elements relative to the laser center coordinates the spatial coordinates of laser reflection points are calculated, on the basis of which an array of characteristic terrain points is formed, which, among other things, defines the LIS contours.

It should also be emphasized that when the laser scanner is installed on an unmanned aerial vehicle, the cadastral engineer will have at his disposal a new high-tech measuring equipment, which allows performing significant cadastral works with regard to extended LIC with minimum labor intensity.

## List of sources used.

1. Dudinova O. S. Technical and cadastral accounting of infrastructural real estate objects / O. S. Dudinova. – Text : direct // Interexpo GEO-Siberia. XV International scientific congress, April 24-26, 2019, Novosibirsk : collection of materials in 9 vol. T. 3 : International scientific conference "Economic development of Siberia and the Far East. Economics of Nature Management, Land Management, Forestry, Real Estate Management. - Novosibirsk : SGUGiT, 2019. № 1. - P. 102-108.
2. On the approval of the Federal Target Program "Development of a unified state system of rights registration and cadastral registration of real estate (2014-2020)". : Decree of the Government of the Russian Federation from 10.10.2013 № 903 (ed. from 04.12.2018). - URL: <http://www.consultant.ru>. – Text : electronic.
3. Gatina, N. V. Representation of underground space in open information systems / N. V. Gatina. – Text : direct // Interexpo GEO-Siberia. XV International scientific congress: International scientific conf. "Economic development of Siberia and the Far East. Economics of Nature Management, Land Management, Forest Management, Real Estate Management" : collection of materials in 2 vols. (Novosibirsk, April 24-26, 2019) - Novosibirsk : SGUGiT, 2019. T. 2, № 2. - P.207-214.
4. on information, information technologies and protection of information : federal law from 27.07.2006 № 149-FZ. - URL: <http://www.consultant.ru>. – Text : electronic.
5. Chistyakova, S. B. The use of fundamental urban studies of the turn of the 80's - early 90's in modern design activities / S. B. Chistyakova. – Text : direct // Urban Planning. - 2019. - № 1 (59). - P. 72-77.
6. Concerning Approval of the Rules for Maintaining the Unified State

Register of Rights to Immovable Property and Transactions Therewith, the Composition of Registration Numbers, the Procedure for Assigning Conditional Numbers to Objects of Immovable Property when Conducting State Registration of Rights to Immovable Property and Transactions Therewith, which in the manner prescribed by Russian Federation legislation have not been assigned cadastral numbers, forms of State Registration Rights Certificate and Special Registration Inscription on Documents, Requirements for Completing a Certificate of State - URL: <http://www.consultant.ru>. – Text : electronic.

7. On state registration of real estate : federal law of 13.07.2015 № 218-FZ. - URL: <http://www.consultant.ru>. – Text : electronic.

8. Gatina N. V., Kozina M. V. Ways of development of state geoinformation systems for solving the problems of territorial administration in the unified information space. – Text : direct // Proceedings of the national scientific-practical conference "The Far East: Problems of development of architectural-building and road-transport complex". - Khabarovsk, 2019. - Issue. 19. - P. 252-256.

9. Gatina N. V. Modern problems of development of state information systems for urban planning / N. V. Gatina, M. V. Kozina. - Text : direct // Proceedings of the XXIV International Symposium of Students and Young Scientists Academician M.A. Usov dedicated to the 75th anniversary of Victory in the Great Patriotic War. - Tomsk, 2020. - T. 1. - P. 425-427.

10. Urban Atlas of Tomsk. - URL: <https://map.admtomsk.ru/>. – Text : electronic.

11. Instruction on Land Surveying. - URL: <http://www.consultant.ru>. – Text : electronic.

12. Gorobtsov S. R. Information system for urban planning as a tool to improve the quality of management activities in the bodies of architecture and urban planning / S. R. Gorobtsov. – Text : direct // Interexpo GEO-Siberia-2013. 1X

International. scientific congress. International scientific conference "Geodesy, Geoinformatics, Cartography, Surveying" : collection of materials in 3 vols (Novosibirsk, April 15-26, 2013). - Novosibirsk : SGGA, 2013. T. 2. - P. 24-27.

13. Town Planning Code of the Russian Federation: Federal Law of 29.12.2004 № 190-FZ. - URL: <http://www.consultant.ru>. – Text : electronic.

14. State registration systems for management and development of territories of the Russian Federation (cadastres, registers, registers) : textbook / A. P. Sizov, T. V. Ilyushina, T. Kolevid, I. V. Kruglikova, A. M. Lelyuhina, O. V. Miklashevskaya, V. V. Moiseeva / edited by A. P. Sizov. - Moscow : Knorus, 2016. - 207 c. - ISBN 978-5-406-04978-5. – Text : immediate.

15. Komissarov A. V. Automated technologies of spatial data collection and processing : textbook / A. V. Komissarov, E. N. Kulik. - Novosibirsk : SGUGiT, 2016. - 306 p. – Text : direct.

16. Verkhoturov, A. A. Geoinformation support for forecasting flood zones in the south of Sakhalin / A. A. Verkhoturov, V. A. Melky. – Text : direct// Vestnik SGUGiT. - 2021. - T. 26, № 2. - C. 115-126. - DOI 10.33764/2411-1759-2021-26-2-115-126.

17. Verkhoturov, A.A. Mathematical basis for maps of the complex geo-ecological atlas of the Sakhalin region / A.A. Verkhoturov. – Text : direct// Izvestiya vysokikh uchebnykh obrazovatel'nykh obrazov. Geodesy and aerial photography. - 2014. - № 6. - P. 54-57.