



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>Применение БПЛА при выполнении инженерно-геодезических изысканий для газификации п. Зональная Станция</i>

УДК 004.4:332.334.4:630.6:528.44(571.16)

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2УМ11	Галкин Антон Анатольевич		13.06.2023

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Крамаренко В.В.	к. г.-м. н.		13.06.2023

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Рыжакина Т.Г.	к.э.н.		08.06.2023

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Сечин А.А.	к.т.н.		05.06.2023

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП/ОПОП, должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Козина М.В.	к.т.н.		12.01.2023

Томск – 2023 г.

Планируемые результаты освоения ооп/опоп

Код компетенции	Наименование компетенции
Универсальные компетенции	
УК-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-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-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)-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий
УК(У)-2	Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла
УК(У)-3	Способен организовывать и руководить работой команды, выработывая командную стратегию для достижения поставленной цели
УК(У)-4	Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном (-ых) языке (-ах), для академического и профессионального взаимодействия
УК(У)-5	Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия
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-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-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)-1	Способен решать производственные задачи и (или) осуществлять научно-исследовательскую деятельность на основе фундаментальных знаний в области землеустройства и кадастров
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(У)-3	Способен осуществлять поиск, обработку и анализ информации для принятия решений в научной и практической деятельности

ОПК(У)-4	Способен определять методы, технологии выполнения исследований, оценивать и обосновывать результаты научных разработок в землеустройстве, кадастрах и смежных областях
ОПК(У)-5	Способен разрабатывать и реализовывать образовательные программы в сфере своей профессиональной деятельности
Профессиональные компетенции	
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



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

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП/ОПОП
12.01.2023 Козина М.В.
(Подпись) (Дата) (ФИО)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

Обучающийся:

Группа	ФИО
2УМ11	Галкин Антон Анатольевич

Тема работы:

<i>Применение БПЛА при выполнении инженерно-геодезических изысканий для газификации п. Зональная Станция</i>	
<i>Утверждена приказом директора (дата, номер)</i>	103-8/с от 13.04.2023

<i>Срок сдачи обучающимся выполненной работы:</i>	01.06.2023
---	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	<p>Научная литература, нормативно-правовые документы, в том числе ФЗ о инженерно-геодезических изысканий для подготовки проектной документации и СП о проведении геодезических работ.</p> <p>Фактический материал ООО «СПТЦ» по проведению инженерно-геодезических изысканий в п. Зональная Станция, Томского района, Томской области.</p>
---------------------------------	--

<p>Перечень разделов пояснительной записки подлежащих исследованию, проектированию и разработке</p>	<p>Провести аналитический обзор литературы. Рассмотреть нормативно-правовую базу при организации и выполнении инженерно-геодезических изысканий. Рассмотреть существующие методики построения топографических планов на основе аэрофотосъемки. Дать рекомендации для обеспечения более качественной работы с аэрофотоснимками, полученными при помощи БПЛА и формировании на их основе топографических планов для газификации объектов.</p>
<p>Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p>Раздел</p>	<p>Консультант</p>
<p>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p>	<p>Доцент, к.э.н., Рыжакина Т.Г.</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>Доцент, к.т.н., Сечин А.А.</p>
<p>Иностранный язык</p>	<p>Доцент, к.ф.н., Болсуновская Л.М.</p>
<p>Названия разделов, которые должны быть написаны на иностранном языке:</p>	
<p>Классификация и организация полётов БПЛА</p>	

<p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p>	<p>12.01.2023</p>
--	-------------------

Задание выдал руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Крамаренко В.В.	к. г.-м. н.		12.01.2023

Задание принял к исполнению обучающийся:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2УМ11	Галкин Антон Анатольевич		12.01.2023



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
Уровень образования Магистратура
Отделение геологии
Период выполнения (осенний / весенний семестр 2022/2023 учебного года)

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

Обучающийся:

Группа	ФИО
2УМ11	Галкин Антон Анатольевич

Тема работы:

Применение БПЛА при выполнении инженерно-геодезических изысканий для газификации п. Зональная Станция
--

Срок сдачи обучающимся выполненной работы:	01.06.2023
---	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
30.03.23	<i>Аналитический обзор литературы и теоретическая разработка методики</i>	20
20.04.23	<i>Практическое применение методики</i>	20
10.05.23	<i>Разработка рекомендаций</i>	20
25.05.23	<i>Социальная ответственность</i>	20
30.05.23	<i>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</i>	20
	<i>Итого</i>	100

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Крамаренко В.В.	к. г.-м. н.		14.04.2023

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП/ОПОП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Козина М.В.	к.т.н.		17.04.2023

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2УМ11	Галкин Антон Анатольевич		17.04.2023

Обозначение и сокращения

БПЛА – беспилотный летательный аппарат;

БВС – беспилотные воздушные суда;

НИР – научно-исследовательская работа;

ОКР - опытно-конструкторская работа;

УКВ – ультракороткие волны;

ФЗ – федеральный закон;

ГНСС – глобальная навигационная спутниковая система;

РИНЦ – Российский индекс научного цитирования;

СП – свод правил;

ГП – графический процессор;

ЦП – центральный процессор;

ГОСТ - Межгосударственный стандарт;

ЦМР – цифровая модель рельефа;

СанПиН – санитарно-эпидемиологические правила и нормы;

САПР – Система автоматизированного проектирования;

СК – система координат;

ПК - персональный компьютер.

Реферат

Выпускная квалификационная работа А.А. Галкина на тему: «Применение БПЛА при выполнении инженерно-геодезических изысканий для газификации п. Зональная Станция» состоит из 5 глав, 141 страниц, 22 рисунков, 28 таблиц, 47 источников, 2 приложений.

Ключевые слова: БПЛА, газификация, инженерно-геодезические изыскания, методика обработки аэрофотоснимков, ортофотоплан, аэрофотосъемка, топографический план на основе аэрофотосъемки с БПЛА, дрон.

Цель данной работы – применение БПЛА при выполнении инженерно-геодезических изысканий для газификации п. Зональная Станция.

Объектом исследования явились цифровые топографические планы, предметом исследования - методики выполнения и обработки результатов инженерно-геодезических изысканий с применением БПЛА.

В процессе исследования проводился информативно-аналитический обзор нормативно-правовой и научной литературы. Анализ и систематизация методов получения топографических планов на основе аэрофотосъемки, разработана единая методика опубликованных работ, проведены инженерно-геодезические изыскания с использованием БПЛА и сформирован топографический план п. Зональная Станция, составлены рекомендации по обработке аэрофотосъемки и построения топографического плана.

Методы исследования. Для проведения диссертационного исследования были использованы общенаучные (анализ литературных источников и нормативно-правовых актов, изучение и обобщение сведений, дедукция, синтез, сравнение) и эмпирические (измерение, эксперимент), картографический (полевое и камеральное картографирование), фотограмметрический (создание ЦМР и ортофотоплана) методы.

Научная новизна заключается в разработке и усовершенствовании методики и технологии выполнения камеральных работ и разработке рекомендаций по улучшению и автоматизации качества работ при формировании топографических планов на основе аэрофотосъемки с БПЛА. Выпускная квалификационная работа выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word и Microsoft Excel, графический материал выполнен в программах Agisoft Metashape Professional, Autodesk AutoCAD 2018 и Pythagoras 15.

Область применения: инженерно-геодезические изыскания, комплексные кадастровые работы.

Содержание

Реферат	8
Введение	13
1 Аналитический обзор литературы.....	15
1.1 Организация полетов БПЛА	17
1.1.1 Разрешительный порядок полетов на территории РФ.	17
1.1.2 Факторы, влияющие на безопасность полетов и качество полевых работ.....	20
1.2 Классификация, разновидности и характеристики БПЛА	24
1.3 Характеристики используемого для работы БПЛА Teodrone Phantom 4 Pro V2.0 – DJI.....	31
1.5 Применение БПЛА в инженерно-геодезических изысканиях	33
2 Общие положения по производству аэрофототопографических работ с использованием БПЛА.....	36
2.1 Методика и технология выполнения камеральных работ.....	40
3 Инженерно-геодезические изыскания на территории п. Зональная Станция с использованием БПЛА Teodrone Phantom 4 Pro V2.0	47
3.1 Физико-географические условия района работ и техногенные факторы ..	49
3.2 Производство топографической съемки	51
3.3 Программное обеспечение	52
3.4 Работа в Agisoft Metashape.....	54
3.5 Экспорт слоев и ортофотоплана в Autodesk AutoCAD	58
3.6 Рекомендации по улучшению качества работ при формировании топографических планов для целей газификации объектов на основе аэрофотосъемки.....	61
4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	64
4.1 Предпроектный анализ.....	65
4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования.....	65

4.1.2 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	65
4.1.3 SWOT-анализ.....	67
4.1.4 Оценка готовности проекта к коммерциализации	70
4.1.5 Методы коммерциализации результатов научно-технического исследования	72
4.2 Инициация проекта	73
4.3 Планирование управления научно-техническим проектом	75
4.3.1 Иерархическая структура работ проекта	75
4.3.1 План проекта.....	77
4.4 Бюджет научного исследования	78
4.5 Организационная структура проекта.....	86
4.5.1 План управления коммуникациями проекта.....	86
4.5.2 Реестр рисков проекта.....	87
4.6 Определение ... ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности.....	87
4.6.1 Оценка абсолютной эффективности исследования	87
4.6.2 Оценка сравнительной эффективности исследования	94
5 Социальная ответственность	98
Введение	98
5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	98
5.2 Производственная безопасность	101
5.2.1 Повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны ...	102
5.2.2 Превышение уровня шума.....	104
5.2.3 Недостаточная освещенность рабочей зоны.....	104
5.2.4 Повышенный уровень электромагнитных излучений.....	108
5.2.5 Умственное перенапряжение	109
5.2.6 Обоснование мероприятий по защите исследователя от действий опасных и вредных факторов	109

5.3 Экологическая безопасность	110
5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	112
Заключение	115
Список используемых источников.....	117
Приложение А	124
Приложение Б.....	139

Введение

Беспилотные летательные аппараты (БПЛА) стали популярными инструментами для самых разных видов съемок во многих сферах науки и производства. По данным аналитического отчёта «Предварительные итоги 2022 года для рынка беспилотной авиации России» от ассоциации «Аэронекст» [1] в структуре выручки за 2022 год лидирующие позиции занимают коммерческие услуги - 31% и выполнение НИР и ОКР - 25%. Сегменты рынка услуг с применением БПЛА более разнообразны, однако абсолютным лидером является энергетический комплекс с 40% от всего рынка, а картографическая и геодезическая деятельность составляет всего 5 %. По данным портала Госзакупок [2], самым финансируемым направлением применения БПЛА устойчиво являются авиационные работы, связанные с получением и обработкой цифровых геопространственных данных. Метод дистанционного картографирования при помощи БПЛА становится все более перспективным способом получения геодезической основы или топографических планов любых масштабов для проведения проектно-изыскательских работ. В сравнении с традиционным спутниковым мониторингом, БПЛА позволяют значительно повысить качество цифровых карт и существенно сократить срок получения пространственных данных.

БПЛА применяют при проведении инженерно-геодезических изысканий для проектирования газопроводов, что является актуальным вопросом при выполнении программы газификации России. По данным официального сайта ООО «Газпром межрегионгаз» [3] в Программу газификации РФ 2021-2025 включены 72 региона страны. По итогам 2022 года завершено проектирование 133 объектов, строительство 64 межпоселковых газопроводов в 26 регионах России. Применение БПЛА в данной отрасли может значительно уменьшить время проведения полевых инженерно-геодезических работ, тем самым

ускорить сроки проведения таких изысканий, как и дальнейшее проектирование и строительство газопроводов.

Исходя из этого, целью нашего исследования является применение БПЛА при выполнении инженерно-геодезических изысканий для газификации п. Зональная Станция.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- провести анализ и систематизацию методов получения топографических планов на основе аэрофотосъемки;
- разработать актуальную методику формирования топографических планов на основе съемки с БПЛА для газификации;
- выполнить полевые и камеральные работы на основе разработанной методики на территории п. Зональная Станция, Томского района, Томской области;
- сформировать рекомендации по обработке результатов инженерно-геодезических изысканий с применением БПЛА.

1 Аналитический обзор литературы

Анализ статей по использованию БПЛА в научных исследованиях показал, что в журналах, входящих в перечень РИНЦ [4], с 2013 г. было опубликовано более 6000 статей и научных работ, из которых геодезии и картографированию посвящено около 1300, остальная часть работ раскрывает технические аспекты функционирования и усовершенствования аппаратов, тестирование, калибровки и выбор съемочной аппаратуры.

В зарубежных странах также работы по картографированию и мониторингу географической среды значительно уступают инженерным исследовательским работам. Так по данным реферативной базы научных публикаций Scopus [5] в зарубежных изданиях за период 2013-2023 г. опубликовано около 7000 статей с ключевыми словами Unmanned aerial vehicles, Unmanned vehicles, UAV, Aircraft. Из этого количества публикаций основная часть приходится, как и в случае с отечественными работами, на долю технических работ.

Работ, связанных с инженерно-геодезическими изысканиями с помощью БПЛА значительно меньше, хотя и характерна тенденция постоянного увеличения таких исследований.

Использование аэрофотосъемки местности применялось еще в XIX веке. Однако лишь с интенсивным развитием вычислительной техники стало возможным эффективное применение БПЛА в геодезии и фотограмметрии. Вопросами теории и практики создания цифровой модели местности в том числе при помощи БЛА посвящены труды Р. Лаутеншлагера, А. Чарфа, П. Тымкова, Я. Э. Солема, Б. Т. Мазурова, В. А. Середовича и других авторов [6]. В частности, А. Чарфом разработана методика, повышающая точность съемки с помощью БПЛА, а Р. Лаутеншлагер применяет полученную на основе данных с БПЛА цифровую модель рельефа в маркшейдерском деле [7].

Вопросами теории и практики выполнения автоматизированного дешифрирования, в том числе при помощи нейросетевых методов, занимались А. В. Волков, А. С. Ярмоленко, Р. Тадеусевич, С. Микрут и П. Тымков. Использование современного метода дешифрирования по алгоритму ОВИА и оценка его точности рассмотрена у Х. М. Пенья, Т. Блашке и К. де ла Торре [8].

Вопросами разработки методики, которая полностью соответствует построению топографических планов занимались Д. В. Береговой [8], В. В. Власов [9], А. С. Захлебин [10].

Таким образом, анализ литературных источников доказал, что тема применения БПЛА является чрезвычайно актуальной во многих отраслях экономики как в России, так и за рубежом. Особенно широко в последние годы применяется в научно-исследовательских и опытно-конструкторских работах, коммерческих услугах, инженерно-геодезических и экологических изысканиях.

В то же время, выявлено, что недостаточно рассмотрены вопросы применения БПЛА для целей газификации, и не в полной мере освещены методические проблемы связанные с обработкой аэрофотосъемки и построения топографических планов на их основе. Все вышесказанное в очередной раз доказывает актуальность данного исследования.

1.1 Организация полетов БПЛА

1.1.1 Разрешительный порядок полетов на территории РФ.

В целом, полеты беспилотных воздушных судов (БВС) на сегодняшний день относятся к деятельности по использованию воздушного пространства. Согласно главе I «Федеральных правил использования воздушного пространства Российской Федерации», утвержденных Постановлением Правительства Российской Федерации от 11.03.2010 N 138 (далее Федеральные правила), использованием воздушного пространства называется деятельность, в процессе которой осуществляется перемещение в воздушном пространстве различных материальных объектов (воздушных судов, ракет и других объектов), а также другая деятельность (строительство высотных сооружений, деятельность, в процессе которой происходят электромагнитные и другие излучения, выброс в атмосферу веществ, ухудшающих видимость, проведение взрывных работ и т.п.), которая может представлять угрозу безопасности воздушного движения. При этом безопасностью использования воздушного пространства называется комплексная характеристика установленного порядка использования воздушного пространства, определяющая его способность обеспечить выполнение всех видов деятельности по использованию воздушного пространства без угрозы жизни и здоровью людей, материального ущерба государству, гражданам и юридическим лицам, то есть, для обеспечения безопасности использования воздушного пространства необходимо соблюдение порядка его использования. А так как полеты БВС относятся к деятельности по использованию воздушного пространства, Федеральными правилами для выполнения полетов БВС установлен разрешительный порядок использования воздушного пространства, который не зависит от класса воздушного пространства (А, С или G), в котором выполняется полет.

В соответствии с Федеральными правилами, разрешительный порядок использования воздушного пространства – порядок использования воздушного

пространства, при котором пользователи воздушного пространства осуществляют свою деятельность на основании планов (расписаний, графиков) использования воздушного пространства при наличии разрешения на использование воздушного пространства. Таким образом, для осуществления использования воздушного пространства необходимо получение разрешения центра Единой системы организации воздушного движения Российской Федерации (далее ЕС ОрВД) на использование воздушного пространства, а также направление в центры ЕС ОрВД представленного плана полета БВС. К этому времени БВС должен быть поставлен на учет [11].

Так как используемое в данной работе БВС – квадрокоптер Teodrone DJI Phantom 4 Pro V2.0 – относится к беспилотным гражданским воздушным судам с максимальной взлетной массой от 0,25 килограмма до 30 килограммов, ввезенным в Российскую Федерацию, оно подлежит учету согласно правилам учета БВС утвержденных постановлением Правительства Российской Федерации от 25.05.2019 № 658. Так, в течение 10 дней с момента покупки БВС подается заявление о постановке его на учёт одновременно с фотографиями БВС. В такой же срок – 10 дней – со дня представления заявления производится непосредственно постановка на учет – БВС присваивается регистрационный номер, а заявителю высылается уведомление о постановке на учет его БВС. Регистрационный номер наносится заявителем на корпус БВС до начала его использования таким образом, чтобы обеспечивалась сохранность и читаемость номера при воздействии внешних факторов, а также в случае разрушения БВС [12].

Таким же способом используемый в работе квадрокоптер был поставлен на учет. Далее для него было получено разрешение центра ЕС ОрВД и предоставлен план полета-телеграмма с помощью сайта ФГУП «Госкорпорация по ОрВД». Данный сайт предоставляет возможность самостоятельной регистрации в Системе представления планов полетов по сети Интернет и телефонной сети (СППИ) и направления в оперативные органы ЕС ОрВД

представлений на установление временного и местного режимов, а также плана полета БВС для владельцев БВС с максимальной взлетной массой от 0,25 килограмма до 30 килограммов, прошедших процедуру учета БВС в Российской Федерации. Существует и иной способ представления планов полетов в центры ЕС ОрВД – по электронной почте или факсу.

Кроме оформления перечисленных документов, при полетах в пределах воздушного пространства над населенным пунктом пользователю воздушного пространства (пользователю БВС) в соответствии с пунктом 49 Федеральных правил дополнительно необходимо получить разрешение органа местного самоуправления такого населенного пункта (или органа местного самоуправления муниципального образования, к которому относится данный населенный пункт). Так как в данной работе полеты осуществлялись в пределах воздушного пространства над г. Томск, а именно над стадионом Политехник, было получено разрешение Администрации г. Томск посредством направления письма в Администрацию и ответа Администрации на него.

Одновременно с этим, согласно пункту 52 Федеральных правил, использование воздушного пространства БВС осуществляется посредством установления временного и местного режимов, а также кратковременных ограничений в интересах пользователей воздушного пространства, организующих полеты БВС. При этом в соответствии с пунктом 52(1) Федеральных правил положения пункта 52 Федеральных правил не применяются в случае выполнения визуальных полетов беспилотных воздушных судов с максимальной взлетной массой до 30 кг, осуществляемых в пределах прямой видимости в светлое время суток на высотах менее 150 метров от земной или водной поверхности:

а) вне диспетчерских зон аэродромов гражданской авиации, районов аэродромов (вертодромов) государственной и экспериментальной авиации, запретных зон, зон ограничения полетов, специальных зон, воздушного пространства над местами проведения публичных мероприятий, официальных

спортивных соревнований, а также охранных мероприятий, проводимых в соответствии с Федеральным законом "О государственной охране";

б) на удалении не менее 5 км от контрольных точек неконтролируемых аэродромов и посадочных площадок.

Однако же, так как полеты в данной работе предполагалось проводить в пределах воздушного пространства над стадионом Политехник, который относится к местам проведения спортивных соревнований, полеты над данной территорией автоматически не попадают под положения пункта 52(1) Федеральных правил. По этой причине в соответствии с пунктом 52 Федеральных правил для осуществления полетов в региональный центр ЕС ОрВД – Новосибирский – было направлено Представление на Установление временного режима, которое в дальнейшем было одобрено – временный режим был установлен [11].

Таким образом, в результате подготовки всей необходимой документации пользователю БВС разрешается проводить предполагаемые полеты. Так как для осуществления полетов в рамках данной работы вся необходимая документация была направлена в соответствующие учреждения и получены все разрешения, полеты с помощью Phantom 4 Pro V2.0 согласованы в соответствии с действующим законодательством.

1.1.2 Факторы, влияющие на безопасность полетов и качество полевых работ

Для осуществления полетов решающую роль играет обеспечение законного использования воздушного пространства, но не меньшее значение имеет обеспечение возможности их осуществления, которая напрямую зависит от безопасности – отсутствия и/или предотвращения общих факторов и случайных причин, способных помешать проведению полетов. Эти факторы и

причины многообразны в своих проявлениях, поэтому безопасность необходимо обеспечивать на разных уровнях и разными средствами.

Итак, одним из главных неблагоприятных факторов являются метеорологические условия в пределах исследуемой территории, другими словами, состояние погоды. К неблагоприятным метеорологическим условиям относится ветер скоростью более 10 м/с и/или резкими порывами, дождь, быстрая смена погоды, приближение грозового фронта и др., при появлении которых необходимо немедленно завершить полет, а для недопущения попадания в такую ситуацию необходимо следить за прогнозом погоды за 2-5 дней до начала проведения полетов и в день их осуществления.

Другим неблагоприятным фактором являются птицы, будь то пролетающие мимо птицы или птицы, принимающие дрон за добычу и нападающие на него. Этот фактор можно предвидеть лишь косвенно, не проводя полеты в местах гнездования и т.п., в большинстве же случаев невозможно спрогнозировать поведение птиц.

Третий фактор – статичные препятствия, к которым относятся столбы, провода, антенны, здания, деревья и многие другие. Во избежание столкновения нужно на стадии подготовки плана полетов построить его таким образом, чтобы на пути дрона не появилось каких-либо препятствий. Проще всего их обойти можно, выбрав большую высоту проведения съемки по сравнению с высотой любого из наземных объектов.

Четвертым фактором, который плохо сказывается на качестве съемки, является температура воздуха ниже 0°C зимой, поздней осенью или ранней весной. Данный фактор не относится к запрещающим эксплуатацию дрона, поэтому рекомендациями по безопасности полетов в это время являются содержание батареи (батарей) при температуре выше 17°C до начала полетов, мониторинг погоды, прогноз более быстрой разрядки батареи, чем в обычных условиях.

Пятый неблагоприятный фактор – зашумленность радиоэфира, которая может приводить к потере связи оператора и дрона. Особенно данный фактор проявляется в пределах городской застройки высокой этажности, а также рядом с радиостанциями и радиолокаторами. Чтобы избежать зашумленности радиоэфира, необходимо так же, как и во избежание столкновения с объектами, построить план полета с учетом всех препятствий на определенной высоте, большей, чем у любого из объектов, мешающих связи.

Шестым фактором является неправильный выбор поверхности взлета и/или приземления (могут быть разными), когда дрон может накрениться и зацепить винтом поверхность или в винты могут попасть трава, ветки. Для предотвращения проявления данного фактора необходимо выбирать, во-первых, твердую (асфальт, бетон), во-вторых, ровную (субгоризонтальная поверхность) и, в-третьих, поверхность, на которой отсутствуют трава, ветки, мусор.

Кроме общих факторов, на безопасность полетов могут влиять случайные причины, предсказываемые и те, что невозможно предугадать. К первым относятся отстрел пропеллера при неправильном или недостаточном закреплении пропеллера на вале; автопосадка вдали от точки старта/финиша при малом заряде батареи; полеты вне зоны видимости и полеты в направлении, противоположном направлению объектива камеры, в зоне или вне зоны видимости; CSC комбинация стиков на пульте управления во время полета, приводящая к отключению двигателей и многие другие. Данные причины необходимо просчитывать и учитывать заранее, перед полетом, чтобы не допустить их проявления.

Случайными причинами, которые невозможно предугадать, могут являться многие причины, в том числе и относящиеся к первой группе, но уже учтенные – вызванные человеческим фактором: невнимательностью, паникой, торопливостью, неосторожностью – или же техническими неполадками дрона в аппаратном или программном обеспечении, которые не были выявлены при проверке [13].

Тем не менее, какими бы ни были факторы или причины, которые приводят к плохим последствиям, существует множество факторов и способов их предотвращения. Первыми среди них являются внимательность и сосредоточенность оператора, даже при небольшом опыте полетов ответственный оператор способен под руководством выполнить взлет, полет и посадку дрона. При этом опыт полетов также является важным фактором предотвращения причин, мешающих выполнению полетов.

Немаловажным фактором является и техническая оснащенность дрона. К ней относятся приборы: гироскоп, акселерометр, дальномер, барометр, компас, GPS, видеокамера (видеокамеры); системы, например, система безопасности, к которой относятся видеокамеры обнаружения препятствий, программно-аппаратная система контроля, дублирование сенсоров, приемники сигналов ADS-B с воздушных судов, датчики температуры и др.; функции системы безопасности: блокировки (запрет на взлет при неисправном, разряженном аккумуляторе, запрет на взлет в красной зоне, невозможность влететь в красную зону, контроль превышения высоты в текущем режиме полета, контроль превышения расстояния от оператора до дрона, в текущем режиме, блокировка запуска моторов при отсутствии винта (неправильной установке) и др.), предупреждения оператору и автоматическое управление дроном (без участия оператора). Техническая оснащенность дрона призвана облегчить работу оператора, взяв на себя массу функций, в том числе, которые составляют основные трудности при осуществлении полета. Именно поэтому даже новичок под руководством профессионала может осуществлять полеты и быстро набирать необходимый опыт.

Помимо всего названного, важной составляющей безопасности полетов дрона является алгоритм действий перед полетом. Во-первых, когда оператор готов выезжать на исследуемый участок и выполнять полет, необходимо оценить метеорологические условия и сразу же принять решение о проведении полета. Если погода благоприятная, нужно уточнить правильность настроек в

приложении на устройстве управления (смартфон, планшет), касающихся характеристик полета: высоты полета, возврата, режима облета препятствий, датчиков и др. Далее необходимо проверить комплектацию оборудования: дрон, винты, заряженная батарея (батареи) дрона и пульта управления, отформатированное запоминающее устройство, дополнительное оборудование (ГНСС-антенна и др.). Также важной составляющей подготовки является калибровка компаса, которая выполняется с помощью приложения на устройстве управления и представляет из себя повороты дрона вокруг различных собственных осей [14].

Таким образом, в ходе выполнения полётного задания важно соблюдать все нормы и учитывать факторы, так как это обеспечит максимальную безопасность полётов.

1.2 Классификация, разновидности и характеристики БПЛА

Для того, чтобы определиться с выбором техники для поставленных в работе задач, проведем краткий обзор современного рынка беспилотных авиационных систем.

Беспилотный летательный аппарат – это искусственный мобильный объект, как правило, многоразового использования, не имеющий на борту экипажа (человека-пилота) и способный самостоятельно целенаправленно перемещаться в воздухе для выполнения различных функций в автономном режиме или посредством дистанционного управления.

Использование беспилотных летательных аппаратов в разных отраслях хозяйства помогает сэкономить материальные, временные финансовые и трудовые ресурсы. БПЛА применяются как альтернатива пилотируемой авиации в решении некоторых типичных для неё задач и как новый инструмент выполнения измерений и изысканий, в частности геодезических работ. Картографическая съёмка с применением БПЛА менее затратна в сравнении с

классическими методами (как финансово, так и по времени) и более продуктивна. Накоплен большой опыт применения БПЛА для решения геодезических и картографических задач, но научно-методических работ, которые его систематизируют, мало [15].

По разнообразию конструкции существует 4 основных типа беспилотных летательных аппаратов (рис.1):

- мультироторные – мультикоптерные дроны;
- беспилотник с неподвижным крылом;
- однороторный дрон – беспилотный вертолет;
- гибридные дроны.

Мультикоптерные дроны - наиболее распространенные типы дронов, которые используются как профессионалами, так и любителями. Такой дрон представляет собой летающую платформу с 3, 4, 6, 8, 12 бесколлекторными двигателями с пропеллерами.

Так дрон с четырьмя моторами носит название – квадрокоптер, с шестью – гексакоптер, с восемью – октокоптер. В полете дрон держит горизонтальное положение относительно поверхности земли и может зависать над определенным местом, перемещаться влево, вправо, вперед, назад, вверх и вниз, а также, поворачиваться вокруг своей оси. Все действия совершаются путем изменения тяги на каждом моторе.

Сегмент рынка таких устройств многообразен, это и многороторные дроны для профессионального использования, такие как аэрофотосъемка, цена которых может варьироваться от 500 до 3000 долларов США. Но есть много моделей для хобби, таких как любительские гонки на дронах или досуговые полеты, в диапазоне цен от 50 до 400 USD. Из всех типов дронов, мультикоптерные дроны являются самыми простыми в изготовлении и самыми дешевыми.

Хотя мультикоптерные дроны просты в изготовлении и относительно дешевы, они имеют много недостатков. Основные из них – это ограниченное время полета, ограниченная грузоподъемность и небольшая скорость. Они не

подходят для крупномасштабных проектов, таких как аэрофотосъемка больших площадей. Основная проблема мультикоптеров заключается в том, что им приходится тратить огромную часть своей энергии на борьбу с гравитацией и стабилизацию аппарата в воздухе. В настоящее время большинство многороторных беспилотных летательных аппаратов способно летать всего 20 - 30 минут с минимальной полезной нагрузкой, такой как видеокамера.

Преимущества: вертикальный взлет, возможность зависать над объектом [16].

Беспилотные летательные аппараты с неподвижным крылом (рис. 2) полностью отличаются по конструкции от аппаратов с несколькими роторами. Для полета, и создания подъемной силы они используют "крыло", как его используют обычные самолеты. Эти беспилотники не могут зависать на месте в воздухе, борясь с гравитацией. Вместо этого они могут двигаться вперед по заданному курсу и до тех пор, пока позволяет их источник энергии.



Рисунок 1 – Мультироторные дроны (1 – квадрокоптер, 2 – гексакоптер, 3 – октокоптер) [16]



Рисунок 2 – Беспилотник с неподвижным крылом «Phoenix 2» компании Sentera [17]

Большинство беспилотных летательных аппаратов с неподвижным крылом имеют среднее время полета в пару часов. Дроны с газовым двигателем могут летать до 16 часов и выше. Благодаря более высокому времени полета и топливной экономичности беспилотные летательные аппараты с неподвижным крылом идеально подходят для дальних операций (будь то картографирование или наблюдение). Но они не могут быть использованы для аэрофотосъемки, где беспилотник должен оставаться неподвижным в воздухе в течение определенного периода времени.

Другими недостатками беспилотных летательных аппаратов с неподвижным крылом являются более высокие затраты на обучение персонала навыкам управления, необходимым для полета. Не так-то просто поднять в воздух беспилотник с неподвижным крылом. Чтобы запустить и поднять беспилотник с неподвижным крылом в воздух, требуется либо специальная "взлетная полоса", либо пусковая установка в виде катапульты. Чтобы благополучно посадить аппарат обратно на землю, также потребуется взлетно-посадочная полоса, парашют или сеть.

Однороторные дроны (рис. 3) очень похожи по конструкции и на настоящие вертолеты. В отличие от многороторного дрона, у однороторного дрона есть один большой ведущий винт плюс небольшой по размеру винт на хвосте, чтобы контролировать курс. Однороторные дроны гораздо эффективнее, чем многороторные версии. Они имеют более высокое время полета и могут даже приводиться в действие двигателями внутреннего сгорания. В аэродинамике, чем меньше число винтов, тем меньше общее вращение объекта. И это главная причина, почему квадрокоптеры (4 винта) более стабильны, чем октоптеры (8 винтов). В этом смысле однороторные дроны гораздо эффективнее многороторных дронов.



Рисунок 3 – Однороторный дрон компании Airbus VSR700 с дизельным двигателем [16]

Но есть и недостатки у однороторных дронов. Эти машины из-за более сложной конструкции имеют высокую стоимость и эксплуатационные затраты. Также они требуют специальной подготовки персонала для управления. Большие размеры лопастей несущего винта представляют опасность. Были зафиксированы несчастные случаи нанесения смертельных травм винтом

радиоуправляемого вертолета. К примеру, многороторные дроны, ещё никогда не участвовали в смертельных авариях, хотя шрам на теле человека от винта многороторного дрона получить вполне вероятно [16]. *Гибридные БПЛА* (рис. 4) сочетают в себе преимущества моделей с неподвижным крылом, такие как - более высокое время полета, с преимуществами моделей на основе винтов – возможность парения. Гибридные конструкции летательных аппаратов проектировались с 1960-х годов, но не имели особого успеха. Однако с появлением датчиков нового поколения (гироскопов и акселерометров) гибридность конструкции получила новую жизнь и направление развития [18].



Рисунок 4 – Гибридный квадрокоптер «Vtol» с неподвижным крылом [16]

На практике для аэрофотосъемки, как правило, применяются БПЛА весом до 10–15 килограммов (микро-, мини-БПЛА и легкие БПЛА). Это связано с тем, что при увеличении взлетного веса БПЛА растет сложность его разработки и, соответственно, стоимость, но снижается надежность и безопасность эксплуатации. Дело в том, что при посадке БПЛА выделяется энергия $E = mv^2 / 2$, а чем больше масса аппарата m , тем больше его посадочная скорость v , то есть выделяемая при посадке энергия очень быстро растет с ростом массы. А эта энергия может повредить как сам БПЛА, так и находящееся на земле имущество.

Беспилотный вертолет и мультикоптер лишены этого недостатка. Теоретически, такой аппарат можно посадить со сколь угодно малой скоростью

сближения с Землей. Однако беспилотные вертолеты слишком дороги, а коптеры пока не способны летать на большие расстояния, и применяются только для съемки локальных объектов (отдельных зданий и сооружений) [16].

Таким образом, для проведения инженерно-геодезических работ чаще всего используются мультироторные дроны, в особенности квадрокоптеры. Так, как данный вид дронов более универсальный и легкодоступный. Ниже приводится более детальная характеристика технических возможностей БПЛА Teodrone Phantom 4 Pro V2.0 – DJI, используемого при полевых работах на территории Зональной станции.

1.3 Характеристики используемого для работы БПЛА Teodrone Phantom 4 Pro V2.0 – DJI

Teodrone Phantom 4 Pro V2.0 – DJI это первый в мире серийный квадрокоптер для геодезии с модулем синхронизации AShot и ГНСС платой AGNSS L1/L2, разработанные специально для Phantom 4 Pro V2.0 DJI (рис. 5). Интерфейс управления квадрокоптером прост и интуитивно понятен. Полетное время квадрокоптера до 26 минут, что позволяет выполнять значительный, объем АФС за один вылет: 90 Га при 4.5 см/пикс или 10 п.км.

В возможности дрона входит облет до 2250 Га за 1 световой день, что является рекордным показателем в этом классе геодезических квадрокоптеров.

Применена спиральная, высокочувствительная, геодезическая ГНСС L1/L2 антенна, установленная по центру квадрокоптера. Совместно с платой распределения TEOBOARD, появилась возможность получать качественный ГНСС сигнал в любую погоду и время суток.

Благодаря встроенному ГНСС L1/L2 приемнику, в процессе работ можно практически полностью отказаться от наземных знаков для привязки снимков – требуется 1 опознак для калибровки фокуса камеры (для уточнения высоты).

Благодаря модулю синхронизации затвора камеры – AShot, который без задержки передает фотометку в ГНСС L1/L2 плату, можно получать точные координаты центров фотоснимков (до 2 см).

Интервал фотографирования в 1.3 и 1.8 секунды.

Исключает пропуски фотоснимков и, как следствие, исключает "белые" пятна при обработке.

Итоговая точность цифровой модели местности с использованием одного наземного опознавательного знака составляет 2-5 см в плане и до 7 см по высоте при высоте полета 150 метров и скорости до 10 м/с, что дает разрешение 4.5 см/пикс.

Встроенный радиомаяк Тигромух обеспечивает легкий поиск квадрокоптера в случае нештатной ситуации или падения. Активация маяка происходит по вызову с УКВ рации. Передача координат маяка осуществляется голосом на УКВ рацию [19].

Данная модель дрона соответствует требованиям ФЗ №138 «Об утверждении Федеральных правил использования воздушного пространства Российской Федерации» и является специальным серийным дроном для выполнения инженерно-геодезических изысканий.



Рисунок 5 – БПЛА Teodrone Phantom 4 Pro V2.0 компании DJI [19]

1.5 Применение БПЛА в инженерно-геодезических изысканиях

В настоящее время аэрофотосъемка с применением БПЛА набирает все большую популярность. Существует множество сервисов, предоставляющие подобные услуги с помощью космических снимков, но основной их минус – недостаточная точность, погрешность может составлять от одного до десяти метров, что не позволяет выполнять большинство задач, ставящихся перед изыскателями. Также влияют климатические, сезонные и другие факторы на информационное восприятие, дешифровку объектов местности.

При существующих недостатках, таких как высокая цена оборудования и программного обеспечения, беспилотники обладают рядом преимуществ перед другими методами сбора информации для геодезических изысканий, такими как:

- высокое разрешение на местности, достигаемое за счет малой высоты полета, при этом видны даже мелкие детали местности, такие как люки колодцев или опоры ЛЭП;
- низкая стоимость по сравнению с традиционными методами аэрофотосъемки;
- сокращение временных затрат, поскольку весь процесс от выезда на местность до получения данных занимает несколько часов;
- экологическая безопасность, поскольку используется электродвигатель;
- возможность выбора времени суток и погодных условий для проведения полетов;
- сокращение трудозатрат, т.к. при использовании БПЛА для съемки местности нужен лишь 1 человек.

Также стоит отметить, что сама технология использования БПЛА не стоит на месте, если еще 10 лет назад точность конечного продукта – ортофотоплана, достигалась определением пространственных координат по крайней мере 10-15 точек съемочного обоснования (опознаков), равномерно расположенных на участке исследования, то сегодня на дроны устанавливаются GNSS-антенны, работающие в паре с GNSS-антенной базовой станции, что позволяет вообще не использовать опознаки, получая еще большую точность[20].

На ряду с большим количеством преимуществ в применении БПЛА существует и ряд недостатков:

- для получения качественной и достоверной карты высот, при построении ортофотоплана с привязкой к точкам съемочного обоснования и сложном рельефе местности, требуется большое количество определяемых опознаков и их верное расположение между собой. Эти факторы могут повлиять на появление ошибки, порой неконтролируемой, что в последствии может сказаться на проектировании и строительстве.

– существенную роль в полевых исследованиях оказывают погодные условия. Так большинство популярных сверхлёгких БПЛА для геодезии не могут выполнять полеты в дождь, мокрый снег, скорости ветра больше 10м/с, а также при низких температурах, т.к. батарея садится гораздо быстрее.

– на густо-застроенной территории с большим количеством деревьев и растительности некоторые элементы ситуации становится трудно дешифровать. Так, например части ограждений, расположенные непосредственно вблизи дерева, могут быть закрыты его кроной, или каким-нибудь строением. Также при дешифрировании могут быть невидны водопропускные трубы под дорогами, невозможно определить глубины заложения коммуникаций, напряжение проводов.

– высокая цена оборудования и программного обеспечения, риск утраты БПЛА при непредвиденных обстоятельствах в полете. Такими обстоятельствами могут стать низкий уровень заряда аккумулятора, резкое изменение погоды, обледенение лопастей дрона, сильные порывы ветра и др [9].

Существует множество современных технологий, позволяющих создать топографический план. Наиболее популярные из них – тахеометрическая съемка и съемка с использованием ГНСС-приемников. Однако, при высокой производительности камеральных работ показывают низкую эффективность полевых. Важно понимать, что для повышения производительности работ гораздо легче автоматизировать камеральные работы, нежели те, что выполняются непосредственно на местности. Поэтому реализация эффективной методики создания топографического плана на основе таких технологий как лазерное сканирование и аэрофотосъемка являются более перспективными в сравнении с остальными способами [20].

2 Общие положения по производству аэрофототопографических работ с использованием БПЛА

Полеты БПЛА с целью аэрофотосъемки должны осуществляться в строгом соответствии с Воздушным кодексом Российской Федерации.

Аэрофототопографическая съемка является одним из методов составления топографических карт и планов крупного масштаба. Результатами выполнения работ являются ортофотопланы, топографические карты и планы, цифровые модели местности (ЦММ), которые могут быть использованы для решения задач проектирования, строительства и реконструкции автомобильных дорог, объектов капитального строительства и иных объектов инфраструктуры.

Применение аэрофотосъемки с БПЛА обуславливается экономической целесообразностью или отсутствием других технических и практических возможностей получения достоверных топографических материалов. Эксплуатанты БПЛА должны проходить лицензирование на все необходимые виды авиационной деятельности в соответствии с действующим законодательством Российской Федерации. Сертификат БПЛА иностранного производства, выданный другим государством, признается действительным на территории России, если он соответствует международным авиационным стандартам, признаваемым законодательством Российской Федерации.

Основанием для выполнения указанных работ является контракт (договор), содержащий задание, которое должно включать основные сведения об объекте изысканий, необходимые для составления программы работ, и требования к материалам и результатам инженерных изысканий. Содержание задания должно соответствовать подразделам 4.3-4.7 СП 47.13330.2016 (свод правил при проведении инженерных изысканий для строительства).

Задание составляется и утверждается застройщиком или техническим заказчиком и согласовывается с исполнителем инженерных изысканий.

Ответственность за полноту и достоверность данных в задании возлагается на технического заказчика, а при его отсутствии - на застройщика.

Задание на выполнение инженерных изысканий для подготовки проектной документации должно содержать следующие сведения и данные:

- наименование и вид объекта;
- идентификационные сведения об объекте (функциональное назначение, уровень ответственности зданий и сооружений);
- вид строительства (новое строительство, реконструкция, консервация, снос (демонтаж));
- сведения об этапе работ, сроках проектирования, строительства и эксплуатации объекта;
- данные о местоположении и границах площадки (площадок) и (или) трассы (трасс) строительства;
- предварительную характеристику ожидаемых воздействий объектов строительства на природную среду с указанием пределов этих воздействий в пространстве и во времени (для особо опасных объектов);
- сведения и данные о проектируемых объектах, габариты зданий и сооружений;
- необходимость выполнения отдельных видов инженерных изысканий;
- перечень нормативных документов, в соответствии с требованиями которых необходимо выполнить инженерные изыскания;
- требования к точности, надежности, достоверности и обеспеченности данных и характеристик, получаемых при инженерных изысканиях;
- дополнительные требования к производству отдельных видов инженерных изысканий, включая отраслевую специфику проектируемого сооружения;

- требования оценки и прогноза возможных изменений природных и техногенных условий территории изысканий;
- требования к материалам и результатам инженерных изысканий (состав, сроки, порядок представления изыскательской продукции и форматы материалов в электронном виде);
- наименование и местонахождение застройщика и (или) технического заказчика, фамилия, инициалы и номер телефона (факса), электронный адрес ответственного представителя.

Предусмотренные в задании требования к результатам инженерных изысканий и срокам их выполнения могут уточняться исполнителем инженерных изысканий при составлении программы работ и в процессе проведения изыскательских работ по согласованию с застройщиком или техническим заказчиком.

К заданию прилагают графические и текстовые документы, необходимые для планирования и организации выполнения инженерных изысканий: копии имеющихся инженерно-топографических планов, ситуационных планов (схем) с указанием границ площадок, участков и направлений трасс, с контурами проектируемых зданий и сооружений (если они определены) и другие документы, определенные законодательством Российской Федерации и ее субъектов.

Изменения вида или размеров проектируемого объекта, объемов работ, сроков проведения инженерных изысканий должны оформляться в виде нового задания или дополнения к заданию.

В задании не допускается устанавливать состав и объем работ, методику и технологию их выполнения, за исключением заданий на отдельные виды работ для субподрядных организаций исполнителя.

Состав инженерных изысканий, объемы, методики и технологии работ, необходимые и достаточные для осуществления задания, определяет и

обосновывает исполнитель инженерных изысканий в программе выполнения инженерных изысканий (рис.6) [21].

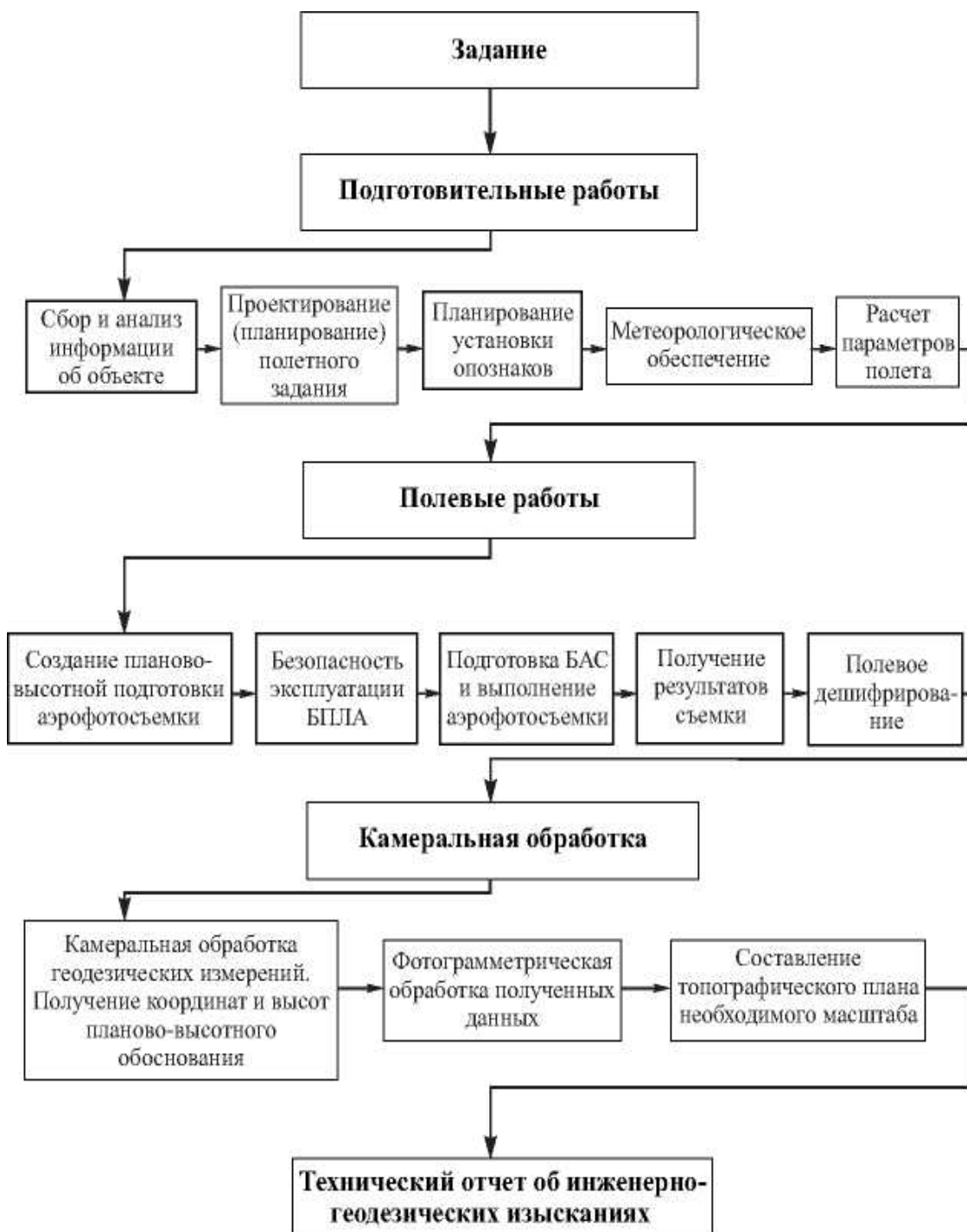


Рисунок 6 – Структурная схема выполнения инженерно-геодезических работ [21]

2.1 Методика и технология выполнения камеральных работ

Данная методика была разработана на основе работ Дмитрия Викторовича Берегового и его диссертации на тему «Создание топографических планов на основе данных съемки с беспилотного летательного аппарата и автоматизации процесса дешифрирования» [8], Виктора Викторовича Власова с его работой «Методы и алгоритмы построения фотоплана местности посредством аэрофотосъемки с помощью беспилотного летательного аппарата» [9] и Александра Сергеевича Захлебина из доклада «Методика построения ортофотопланов местности с помощью беспилотного квадрокоптера, оснащенного навигационным геодезическим приемником» [10].

Разработанная методика соответствует требованиям СП 317.1325800.2017 [22] о правилах проведения инженерно-геодезических изысканий, а также ГОСТ Р 51833–2001 [23] о фотограмметрии.

Создание топографического плана на основе аэрофотосъемки можно разделить на 4 основные этапа.

1 этап. Первичная обработка полученных материалов. Географическая привязка в местной системе координат. Создание плотного облака точек, карты высот и построение ортофотоплана.

Создание плотного облака точек производится в специализированных программных продуктах, таких как: Agisoft PhotoScan, Agisoft Metashape (Россия), Pix4D (Швейцария), Photomodeler (США), 3Dsurvey (Словения) и другие. В данной работе было использовано программное обеспечение Agisoft Metashape отечественной компании Agisoft, которая имеет большую популярность не только в России, но и используется во всём мире ведущими организациями, так как она, практически полностью автоматизирована.

Работы начинаются с настроек проекта: выбора параметров пользовательского интерфейса (язык, цвет фона), а также указания директории, в которую будет записываться журнал событий. Немаловажным является и

выбор параметров компьютера. Предпочтение отдается графическим процессорам, обладающим более высокой производительностью по сравнению с центральным процессором. Однако, в Agisoft Metashape есть возможность выбрать оба процессора, чтобы при построении плотного облака точек и ортофотоплана нагрузка на процессоры распределялась равномерно [24].

Географическая привязка. Система координат в Metashape может быть задана по координатам камер или по координатам опорных точек. В обоих случаях координаты отображаются на панели «Привязка» и должны быть либо загружены из отдельного файла, либо введены вручную. В Metashape предполагается, что изначально координаты опорных точек и координаты камер заданы в одной системе координат, эта система и будет установлена по умолчанию как система координат блока. Тем не менее, координаты опорных точек и координаты камер могут быть заданы в разных системах координат, при условии, что все системы координат основаны на одном и том же датуме, либо для всех систем координат заданы параметры перехода к WGS84 (в параметрах соответствующих систем координат или в настройках датума). Для того чтобы Metashape правильно интерпретировал координаты, необходимо подключить отдельный выбор системы координат для камер и маркеров в диалоговом окне «Параметры привязки» [25].

Географическая система координат для большинства регионов России является СК-42, она же Pulkovo 1942 (EPSG: 4284). В этом случае достаточно выбрать в «Параметрах привязки» любую проецированную систему координат и при помощи инструмента «редактирование», выбираем географическую СК - Pulkovo 1942 (EPSG: 4284), изменяем значения параметров центрального меридиана, сдвига на восток и север (рис.7).

Если система координат снимков основана не на СК-42, а например, на WGS-84. В этом случае, стоит создать текстовый документ, формата prj, который содержит следующие параметры:

PROJCS [“Projection_name”], – Название проекции;
GEOGCS [“GeographicCS”], – Название системы координат;
DATUM [“Datum_name”], – Название датума;
SPHEROID [“Krassovsky, 1942”,6378245,298.3], – Параметры эллипсоида;
TOWGS84[0,0,0,0,0,0], – 8 параметров перехода к WGS84 (в случае если не указаны, устанавливаются как 0). Для точного преобразования, используются параметры калибровки GNSS проекта;

PRIMEM[“Greenwich”,0], – начальный меридиан;
UNIT[“degree”,0.01745329251994328], – единица измерения СК;
PROJECTION[“Transverse_Mercator”], – тип проекции;
PARAMETER[“latitude_of_origin”,0], – начальная широта;
PARAMETER[“central_meridian”,30], – центральный меридиан;
PARAMETER[“scale_factor”,1], – масштабный коэффициент;
PARAMETER[“false_easting”,10000], – сдвиг на восток;
PARAMETER [“false_northing”, -5000000], – сдвиг на север;
UNIT[“metre”,1]] – единица измерения проекции (метры).

Параметр	Значение
Latitude of origin	0
Central meridian	74.73333333
Scale factor	1
False easting	1250000
False northing	-5912900.566

Рисунок 7 – Редактирование системы координат

Далее, загрузить созданный файл в Agisoft Metashape, и программа автоматически пересчитает аэрофотоснимки в нужную СК.

Для более точной привязки используются координаты маркеров, которые при выполнении полевых работ должны быть размещены на местности в хорошо просматриваемых зонах, а также отдельно отсняты с помощью GNSS-приемника, либо электронного тахеометра (рис.8). После построения ортофоуплана, при помощи маркеров можно добиться минимальной ошибки, путём подтягивания ортофотоуплана по нанесённым на местность меткам [26].

2 этап. Дешифрирование объектов путём создания точечных слоев в Agisoft Metashape содержащих информацию о координатах и высотах зданий и их частях (крыльцо, навес, отмоет и т.д.), строений, краев дорожного покрытия, ограждений, отдельных точках рельефа и других свободно дешифрируемых объектах на ортофотоуплане.

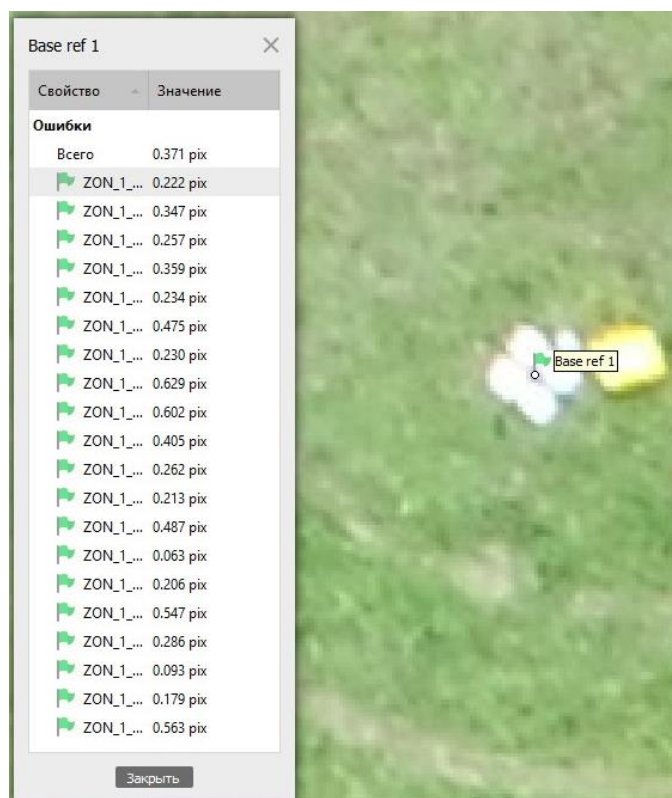


Рисунок 8 – Расположение маркера на местности

Данный процесс требует повышенной внимательности, а также навыков дешифрирования. В Agisoft Metashape создаются отдельные слои, с названием объектов дешифрирования, например, здания, ограждения, дороги и т.д. При помощи инструмента «Нарисовать полигон» или «Нарисовать заплатку» создается полигон, на выбранную местность, в пределах которого можно подобрать снимки с разных ракурсов. При дешифрировании стоит обратить внимание на высотные отметки места, в которое предполагается поставить точку. Если это контуры здания, то их высота должна быть примерно одинаковая. Для более точного дешифрирования, точка ставится максимально близко к основанию дешифрируемого объекта (фундаменту здания, основание столбов и ограждений [27]).

3 этап. Экспорт ортофотоплана и точечных слоев из Agisoft Metashape в САПР (в нашем случае в - Autodesk AutoCAD). Составление топографического плана в соответствии с требованиями «Условных знаков для топографических планов в масштабах 1:5000-1:500».

При экспорте ортофотоплана, стоит обратить внимание на доступные форматы для выгрузки, в особенности нас интересуют форматы: TIFF, JPEG и BMP. Так как, в дальнейшем использование ортофотоплана будет в виде подложки в AutoCAD.

Формат BMP представляет собой несжатое (в основном) изображение, которое довольно легко читается и выводится в ОС Windows. Также, он содержит всю информацию о координатах, палитры цветов и т.д. Тем не менее, это достаточно старый формат, который используется очень редко, так как много весит и перегружает систему, даже если ПК пользователя имеет высокую производительность и характеристики.

Наиболее распространённый формат при выгрузке – TIFF. Данный формат широко используется для цифровых изображений. Он поддерживает сжатие без потерь, что обеспечивает высокое качество. Файлы TIFF поддерживают несколько страниц и слоев, что делает их полезными для документов и графики,

содержащих несколько изображений. Кроме того, файлы TIFF могут хранить широкий диапазон глубины цвета и поддерживают цветовые модели RGB и CMYK. Однако, большим минусом является то, что данный формат, хоть и менее тяжелый чем BMP, всё также не универсален и может весить достаточно много. Это отражается при импорте ортофотоплана в AutoCAD, так как возникают ошибки из-за перегрузки памяти ПК и большой загруженности программы в процессе импорта такого файл. Если ортофотоплан достаточно большой, а ПК не имеет достаточное количество оперативной памяти для таких сложных процессов, то это отнимает много времени и сил, а в конечном итоге может и вовсе не отображаться [28].

Формат JPEG использует сжатие с потерями и не поддерживает прозрачность. Из-за простого программного кода и максимального сжатия выгружается JPEG достаточно быстро и импортируется в AutoCAD не нагружая САПР большими процессами, при этом сохраняя данные о привязке. Однако, потеря качества может негативно отразиться на результате.

На основании вышесказанного, можно сделать вывод, что наиболее подходящие для выгрузки форматы - TIFF и JPEG. При это в случае с TIFF мы рискуем потерять время или вообще не получить результата ввиду большого веса изображения и более сложного программного кода, который создаёт большую нагрузку на программу при загрузке в AutoCAD. Однако, если ортофотоплан небольшой, импортировать его в данном формате будет не сложно.

С форматом JPEG всё гораздо проще, даже при потере качества, результата можно добиться быстрее и в нашем случае, основной этап дешифрирования уже пройден, поэтому в виде подложки этот вариант подходит больше [29].

4 этап. Дополнение топографического плана съёмкой коммуникаций с GNSS-приемника и/или электронного тахеометра. Построение карты горизонтального сечения рельефа.

Топографический план для газификации необходимо дополнить съемкой подземных коммуникаций, таких как водопровод, канализация и т.д. Так, как на основе съемки с БПЛА невозможно дешифровать подземные коммуникации, их съёмка производится отдельно. Вспомогательными приборами к GNSS-приемнику выступают трассоискатель и архивные материалы, содержащиеся в обслуживающих компаниях, которые, зачастую не предоставляют схемы и топографические планы. Обычно, съемка проводится самостоятельно, а после топографический план направляется на согласование в обслуживающие компании, где его согласовывают, либо вносят изменения. Однако, некоторые компании выделяют людей, которые могут указать коммуникации на местности, что облегчает работу изыскателей. Тем не менее, при съемке подземных коммуникаций, стоит обратить внимание на таблички (рис.9), зачастую закреплённые на столбах, с указанием характеристик подземных коммуникаций, таких как: глубина, диаметр, материал изготовления и т.д [30].

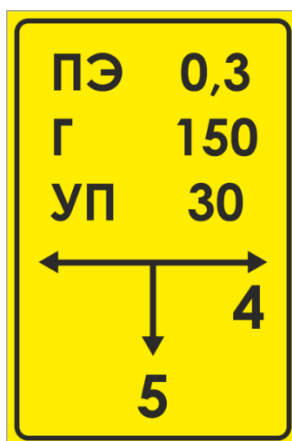


Рисунок 9 – Табличка обозначения газопровода [31]

Построение карты горизонтального сечения рельефа производится с помощью геодезических модулей в САПР или дополнительного ПО (например Pythagoras). Это можно сделать и в Agisoft Metashape, однако, векторизовать придётся вручную, что займёт много времени. При этом, в некоторых местах,

отображение горизонталей должно отсутствовать, например, на зданиях и асфальтированных дорогах.

Данная методика была апробирована при создании топографического плана на основе аэрофотосъемки с БПЛА Teodrone Phantom 4 Pro V2.0 на территорию п. Зональная Станция, Томского района, Томской области для целей газификации.

3 Инженерно-геодезические изыскания на территории п. Зональная Станция с использованием БПЛА Teodrone Phantom 4 Pro V2.0

Инженерно-геодезические изыскания по объекту: «Сеть газораспределения низкого давления с газопроводами-вводами в п. Зональная Станция Томского района Томской области» были выполнены геодезическим отделом компании ООО «СПТЦ» на основании договора и технического задания с ООО «Газпром газораспределение Томск», при непосредственном участии автора данной работы.

Целевое назначение работ - получение топографо-геодезических материалов (топографического плана М 1:500 с высотой сечения рельефа сплошными горизонталями через 0.5 м) и данных о ситуации и рельефе местности в цифровой, графической формах, необходимых для комплексной оценки природных и техногенных условий территории строительства и, в конечном итоге, предоставление соответствующих материалов для подготовки проектной и рабочей документации.

Район работ инженерных изысканий расположен в Томской области, Томском районе, п. Зональная Станция, ул. Раздольная, ул. Звездная, проезд Кедровый, проезд Бирюзовый. Видом строительства является новое строительство газопровода для транспортировки газа.

Инженерно-геодезические изыскания для подготовки проектной и рабочей документации выполнены в один этап (в соответствии с п.5.3 СП 47.13330.2016

в техническом задании и программе работ, геодезические изыскания в два этапа не предусматривались).

Этапы инженерно-геодезических изысканий:

1. Подготовительный этап;
2. Полевые работы;
3. Камеральная обработка полевых материалов.

Данный объект не имеет принадлежности к объектам транспортной инфраструктуры и к другим объектам, функционально-технологические особенности которых влияют на их безопасность и относится к объектам инженерно-технического обеспечения.

Возможность опасных природных процессов и явлений, техногенных воздействий на территорию, на которой будут осуществляться строительство, реконструкция и эксплуатация здания или сооружения отсутствует.

Полевые инженерно-геодезические изыскания выполнялись бригадой топографов в составе двух человек под руководством главного геодезиста. Камеральная обработка материалов изысканий произведена главным картографом. Инженерные изыскания проводились в соответствии с действующими государственными и отраслевыми нормативными документами: СП 47.13330.2016, СП 317.1325800.2017.

Итогом работы является топографический план масштаба 1:500 в местной системе координат МСК-70 и Балтийской системе высот 1977 г.

Состав работ:

1. Составление цифровой модели рельефа в части высотных отметок и горизонталей.
2. Создание топографического плана масштабом 1:500.
3. Подготовка программы работ по инженерно-геодезическим изысканиям.
4. Составление технического отчёта по топографо-геодезическим работам.

Автором была выполнена камеральная обработка материалов и построение топографического плана на основе инженерно-геодезических изысканий.

3.1 Физико-географические условия района работ и техногенные факторы



*Граница топографической съемки обозначена сплошной линией красного цвета.

Рисунок 10 – Схема отображения границы топографической съемки

Объект работ в административном отношении расположен в Томской области, Томский район, п. Зональная станция, ул. Раздольная, ул. Звездная, проезд Кедровый, проезд Бирюзовый (рис.10).

Участок изысканий расположен в юго-восточной и части от г. Томска. В 1 км 30 м на западе проходит Коларовский тракт, в 210 м на север расположена ул. Степановская, в 217 м., на востоке находится ул. Тихая.

Климат района относится к резко континентальному, с достаточным увлажнением. Особенностью района является большая заболоченность, которой

благоприятствует длительный период с отрицательными температурами, большое количество осадков и слабая расчлененность водоразделов.

Средняя многолетняя годовая температура воздуха - 1,20°C. Абсолютный максимум 36°C, абсолютный минимум -53°C.

Наиболее тёплым месяцем является июль, наиболее холодным - январь.

Средняя дата наступления последнего заморозка весной приходится на 4 июля, первого осенью на 2 сентября. Продолжительность безморозного периода воздуха колеблется от 39 до 123 дней при средней продолжительности 89 дней.

Практическое значение имеет учет числа дней с переходом температуры воздуха через 0°C, так как в этот период происходит изменение фазового состояния воды в течение суток, что приводит к разрушению строительных конструкций и материалов. Переход среднесуточной температуры через 0°C весной наблюдается в конце апреля. Конец сентября – начало октября (предзимье) – период от даты перехода среднесуточной температуры через 0°C до начала устойчивых морозов осенью. Среднее за год число дней с переходом температуры воздуха через 0°C равно 70 [32].

Наибольшее количество осадков приходится на летнее время. Зимой увеличивается число дней с осадками, но уменьшается их суточное количество.

Согласно СП 20.13330.2016 по ветровым нагрузкам район изысканий относится ко II дорожно-климатической зоне. Ветровая нагрузка равна 23 кгс/м². Преобладающее направление ветра юго-западное.

Гидрографическая сеть в пределах изучаемой территории представлена рекой Томь. Длина реки - 827 км, ширина поймы до 3 км, перепад высот от истока до устья - 1185 м, площадь водосбора - 62 тыс. км². Среднемноголетний расход воды и годовой сток соответственно: 1100 м³/с и 35,0 км³/год. Средняя скорость течения - 0,33 м/с, на перекатах - 1,75 м/с. Замерзает в конце октября - начале ноября, вскрывается в конце апреля. Средняя продолжительность ледостава - 158-160 дней, в среднем 175 дней в год свободна от льда.

Дождевое питание реки составляет 25-40 %, снеговое – 35-55 % и грунтовое – 25-35 % годового стока.

Исток реки Томь находится на западных склонах Абаканского хребта на высоте более 972 м над уровнем моря, на болотистом склоне между северными отрогами хребта Карлыган и горой «Вершина Томи». Первые километры течёт по заболоченной долине в юго-западном направлении под названием Правая Томь.

Растительность. Территория изысканий по ландшафтному районированию относится к таёжной подзоне таёжной природной зоны Западной Сибири.

По ботанико-географическому районированию выделяется луговая растительность, отдельные участки березы, сосны, ели. Березы со средней высотой 18м., диаметром 0.16 м., расстояние между стволами 2-3 м. Также, присутствует молодая поросль преимущественно хвойной растительности, высотой от 1.5 до 3.

Почвы. Серые лесные почвы. Распространены на юге области на суглинисто-глинистых (местами карбонатных) и супесчано-суглинистых породах под покровом смешанных и мелколиственных лесов с разнотравным или разнотравно-злаковым наземным покровом [33].

Таким образом, к особенностям территории относится большая заболоченность и расчленённость рельефа.

3.2 Производство топографической съемки

На участке изысканий была выполнена топографическая съемка в масштабе 1:500 с сечением рельефа через 0.5 метра методом цифровой аэрофотосъемки при помощи БПЛА Teodrone DJI Phantom, тахеометрическим методом с точек временной геодезической основы.

Предварительное уравнение полевых измерений выполнено в полевых условиях на персональных компьютерах. Окончательная обработка полевых материалов и выпуск технического отчета проводились сотрудниками камеральной группы.

Доработка топографического плана до издательского оригинала выполнена в соответствии с требованиями «Условных знаков для топографических планов в масштабах 1:5000-1:500» [34].

Содержание отображаемой на инженерно-топографических планах информации о предметах и контурах местности, рельефе, гидрографии, растительном покрове, грунтах, подземных и надземных сооружениях выполнено в соответствии с требованиями СП 11-104-97 [35].

3.3 Программное обеспечение

При камеральной обработке данных и составлении топографических карт использовалось следующее программное обеспечение:

1. Agisoft Metashape Professional – это программное обеспечение, максимально раскрывающее возможности фотограмметрии. Оно включает в себя технологии машинного обучения для анализа и постобработки, что позволяет получать результаты самой высокой точности.

Metashape дает возможность:

- обрабатывать изображения, получаемые с помощью RGB- или мультиспектральных камер, включая мультикамерные системы,
- преобразовывать снимки:
- в плотные облака точек,
- в текстурированные полигональные модели,
- в геопривязанные ортофотопланы,
- в цифровые модели рельефа/местности (ЦМР/ЦММ).

Постобработка позволяет удалять тени и искажения текстур с поверхности моделей, рассчитывать вегетационные индексы, составлять файлы предписаний для агротехнических мероприятий, автоматически классифицировать плотные облака точек и т.д. [36].

2. Pythagoras, разработанный компанией ADW Software, является современной программой CAD, специально созданной для топографических приложений (топосъемки, дорожного проектирования и строительства, проектирования городского строительства), которая объединяет вычисления и чертежные функции, необходимые для этих задач. Pythagoras использует новейшие программные технологии, такие как интеллектуальный выбор, отображение геометрических параметров, контекстные поля ввода. Эти технологии обеспечивают программе наиболее дружелюбный интерфейс и высокую производительность даже для неопытного пользователя [37].

3. Autodesk AutoCAD с геодезическими модулями – это система автоматизированного проектирования (САПР) которая разработана для проектирования изделий, зданий, планирования производства, гражданской инфраструктуры и строительства. Кроме того, AutoCAD используется для создания 2D-чертежей, документов, 3D-моделей и визуализаций. Его функции 2D-рисования, черчения и аннотаций включают возможность управления внешним видом текстов, автоматическое создание стилей и размеров, связывание и обновление данных между электронными таблицами и таблицами Microsoft Excel в чертежах и работу с динамическими блоками [38].

3.4 Работа в Agisoft Metashape

На первом этапе была произведена первичная обработка полученных материалов. Создан и добавлен в программу файл в формате PRJ для географической привязки с параметрами в местной системе координат – МСК 70 зона 4(рис.11).

```
PROJCS["Teobox_proj",  
GEOGCS["unknown",  
DATUM["Unknown based on Krassovsky, 1942 ellipsoid",SPHEROID["Krassovsky, 1942",6378245,298.3],  
TOWGS84[23.57,-140.95,-79.8,0,0.35,0.79,-0.22]],  
PRIMEM["Greenwich",0,  
AUTHORITY["EPSG","8901"]],  
UNIT["degree",0.0174532925199433,  
AUTHORITY["EPSG","9122"]]],  
PROJECTION["Transverse_Mercator"],  
PARAMETER["latitude_of_origin",0],  
PARAMETER["central_meridian",83.7333333333],  
PARAMETER["scale_factor",1],  
PARAMETER["false_easting",4250000],  
PARAMETER["false_northing",-5912900.566],  
UNIT["metre",1,AUTHORITY["EPSG","9001"]],  
AXIS["Easting",EAST],  
AXIS["Northing",NORTH]]
```

Рисунок 11 – Параметры файла привязки

Далее последовало создание плотного облака точек (рис. 12), карты высот и построение ортофотоплана (рис. 13). Также, Agisoft Metashape может выгрузить отчёт об обработке аэрофотоснимков, в виде карт и графиков, содержащих информацию о исходных данных, калибровке камеры, положении центров фотографирования и т.д.

После этого, можно приступить к дешифрированию объектов. Для этого необходимо создать слои для каждого класса дешифрируемых объектов, например, здания, металлические ограждения, деревянные ограждения, асфальтированная дорога и т.д.



Рисунок 12 – Фрагмент плотного облака точек



Рисунок 13 – Ортофотоплан исследуемой территории

С помощью инструмента «нарисовать полигон» или «нарисовать заплатку» обводим небольшой объект на ортофотоплане. Назначаем снимки при помощи правой кнопки мыши и соответствующей команды (рис. 14). Ставим точки так, чтобы они были максимально приближены к крайним точкам объекта, например, фундамент здания, край или поворот дороги и т.д. (рис.15). Также, стоит обращать внимание на высотные отметки, при проведении курсором по ортофотоплану, в нижнем правом углу можно заметить изменение в высотных отметках. Так, мы сможем минимизировать всевозможные погрешности [36].

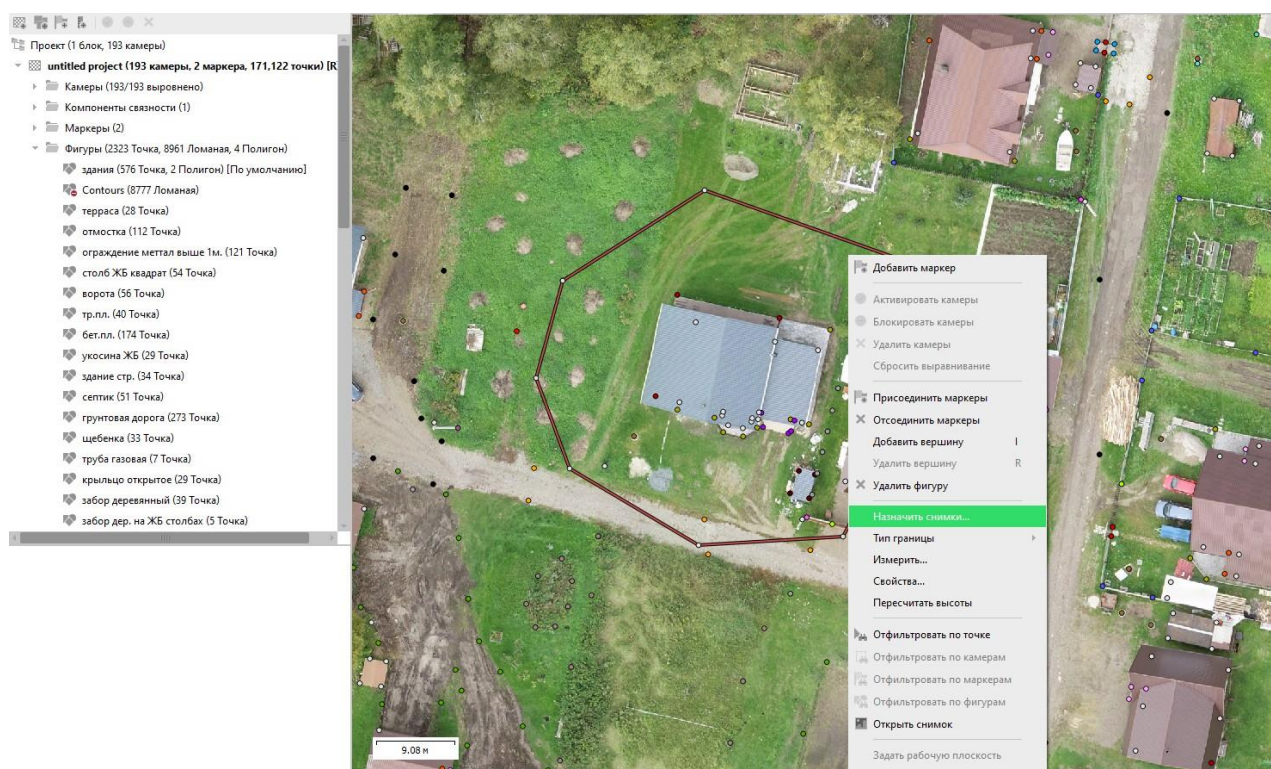


Рисунок 14 - Назначение снимков для выделенного объекта



Рисунок 15 - Отображение одного объекта с разных ракурсов

В процессе дешифрирования было создано 46 слоев, в каждом из которых содержатся точки, оконтуривающие объекты дешифрирования. Каждая точка содержит информацию о координатах и высотной отметке (рис 16) [36].



Рисунок 16 – Итоговый результат отрисовки в Agisoft Metashape

3.5 Экспорт слоев и ортофотоплана в Autodesk AutoCAD

При экспорте ортофотоплана использовалась опция нарезки на тайтлы фиксированного размера в формате .jpg. После чего, с помощью конвертера изображений формат переведёт из .jpg в .esw. Таким образом, при загрузке ортофотоплана в Autodesk AutoCAD не затрачиваются большие ресурсы ПК и ПО. Экспорт слоев был произведен в формате DXF.

После загрузки в Autodesk AutoCAD ортофотоплана в МСК, приступаем к добавлению точечных слоев. При векторизации есть возможность изменять положение точек, если они, например, делают здание не симметричным или

сильно отлетают от края проезжей части. Это указывает на то, что при дешифрировании в Agisoft Metashape был выбран слишком искаженный снимок. После смены точки в Agisoft Metashape, обязательно нужно исправить координаты и отметки высот в AutoCAD [10].

Для векторизации был использован модуль «Топография» для AutoCAD, в котором содержатся все основные топографические обозначения с автоматическим оформлением в соответствии с «Условными знаками для топографических планов в масштабах 1:5000-1:500» введенными в 1989 году и распространяющимися на все регионы РФ (рис. 17) [34].



Рисунок 17 – Отрисовка топографического плана в AutoCAD по экспортированным точкам

После отрисовки всех объектов, переходим к подписям, которые должны соответствовать тем же условным обозначениям и сокращениям. Далее выбираем некоторое количество точек и сохраняем их в формате dxf-2010 с

последующим экспортом в программу Pythagoras. На основе высотных отметок программа сможет автоматически построить карту горизонтального сечения (рис. 18).

После переносим горизонтали в AutoCAD, при помощи экспорта слоя и обрезаем некоторые горизонтали, части которых попадают на здания, сооружения, асфальтированные дороги и т.д. К топографическому плану добавляем отдельно отрисованные наземные и подземные коммуникации, проверяем и устраняем недочеты и переходим к оформлению листов (прил. Б) [37].

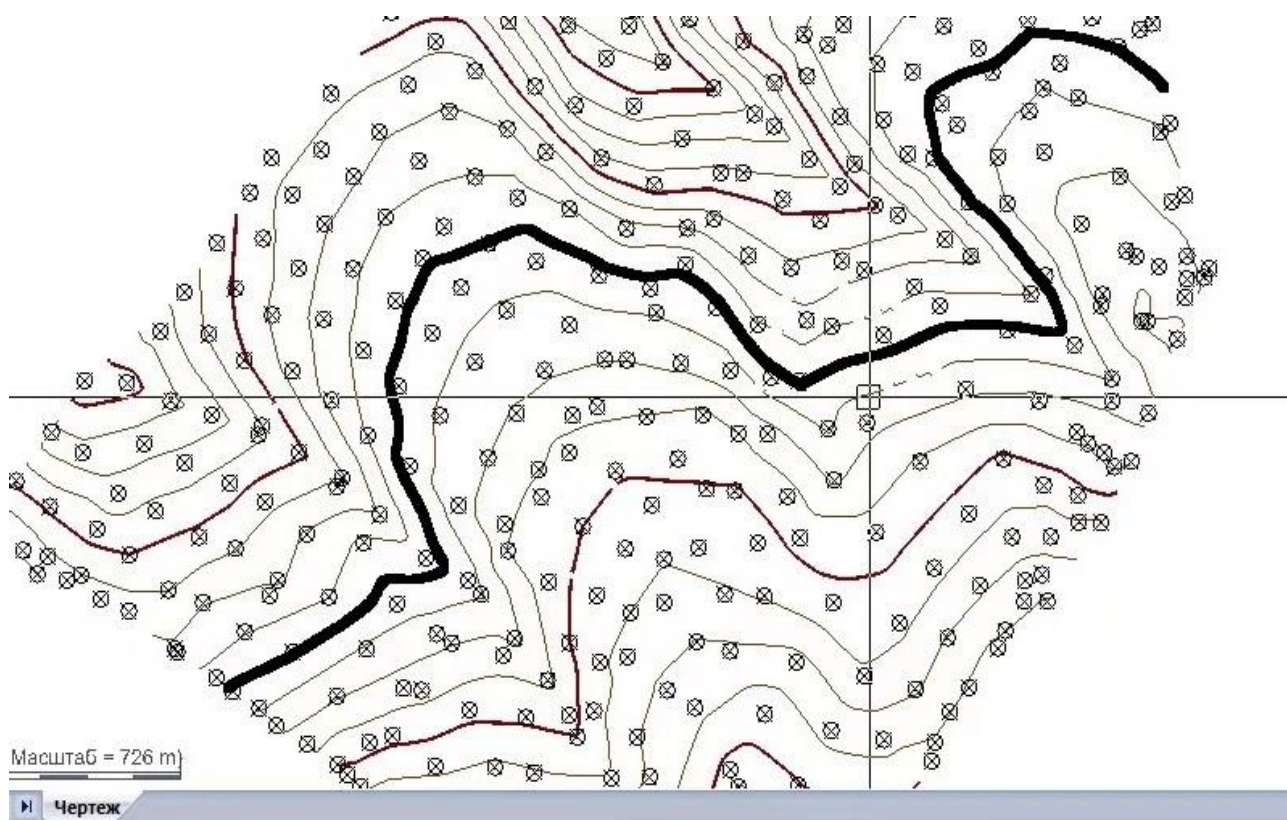


Рисунок 18 – Построение карты горизонтального сечения рельефа в программе Pythagoras [9]

3.6 Рекомендации по улучшению качества работ при формировании топографических планов для целей газификации объектов на основе аэрофотосъемки.

Рекомендации разработаны в связи с проблемами, возникшими на этапе апробирования методики.

1. После выполнения полётного задания, необходимо произвести проверку видимости планового высотного обоснования, а также корректность отснятого материала. Так как, на данном этапе могут возникнуть проблемы с искажением изображения в месте нанесения метки, что в дальнейшем может отразиться на большой ошибке при привязке ортофотоплана к МСК.

2. Выполняя географическую привязку, необходимо использовать корректный файл привязки в формате .rgj и положение метки планового высотного обоснования строго по центру, при этом учитывая ошибку и точность. Важнейшим моментом работы с ортофотопланом является его правильная привязка, стоит учитывать все показатели при создании файла с привязкой и обращать внимание на ошибку привязки [10].

3. Выгружая ортофотоплан из ПО в котором, он был построен, при помощи конвертера изображений, необходимо перевести его из формата .jpg или .tiff в .ecw. Таким образом, подложка будет загружаться в САПР, не затрачивая большие ресурсы ПК. Данная рекомендация может упростить работу многим картографами и начинающим специалистам. К сожалению, при экспорте ортофотоплана отсутствует возможность его выгрузки в формате .ecw, так как данный формат является достаточно новым. Формат ECW (Enhanced Compressed Wavelet) предназначен для хранения цветных растровых данных (режимы True Color, градации серого, индексированные цвета). Базируется на wavelet-технологии и позволяет достигать высокой степени компрессии без потери качества. В отличие от JPEG-компрессии, которая базируется на дискретном косинусном преобразовании (ДКП) и при сильном сжатии становится видна

блочная структура, wavelet-сжатие обеспечивает сжатие в двадцать раз (20:1) без видимого ухудшения оригинального изображения, и это позволяет работать с компрессированными ECW файлами, без необходимости их декомпрессации.

Формат ECW, на сегодняшний день, по сравнению с другими форматами растровых файлов, применяющимися в картографии, обладает неоспоримыми преимуществами: большая скорость чтения, большая степень сжатия без потери качества и весьма широкий набор программ и приложений, поддерживающих этот формат.

4. При создании оконтуривающих точек дешифрируемых объектов, необходимо учитывать разность высот в месте, где будет установлена точка, при выборе подходящего снимка. Так, как положение снимков может исказить действительность. Это может отразиться на скорости работы. Для исправления точки при векторизации объектов придётся вручную вписывать новые координаты и высотные отметки.

5. При формировании топографического плана, необходимо чётко руководствоваться пособием «Условные знаки для топографических планов в масштабах 1:5000-1:500» [34]. Так, как различные плагины для САПР могут отличаться отображением тех или иных топографических знаков. Данный вопрос актуален и по сей день, так как условных знаков большое количество, стоит сверять их автоматическую отрисовку в модулях с общепринятым перечнем топографических знаков. Так при передаче топографического плана заказчику, могут возникнуть несоответствия и работу могут не принять [8].

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

Студенту:

Группа	ФИО
2УМ11	Галкин Антон Анатольевич

Школа	ИШПР	Отделение школы (НОЦ)	Отделение геологии
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	Землеустройство и кадастры

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

<i>1. Анализ методик построения топографических планов на основе аэрофотосъемки с БПЛА</i>	<i>Работа с научной литературой, представленной в российских и иностранных научных публикациях, аналитических материалах</i>
<i>2. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>Расчет сметной стоимости выполняемых работ, с учетом применяемых техники и технологии</i>
<i>3. Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	<i>Нормы расхода материалов и покупных изделий, тарифные ставки заработной платы инженера, нормы амортизационных отчислений, нормы времени на выполнение этапов работы и др.</i>

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

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

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

<ol style="list-style-type: none"> <i>1. Оценка конкурентоспособности технических решений</i> <i>2. Матрица SWOT</i> <i>3. График проведения и бюджет проекта</i> <i>4. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности разработки</i> 	
---	--

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	01.03.2023
---	------------

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2УМ11	Галкин Антон Анатольевич		01.03.2023

4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

В настоящее время перспективность научного исследования определяется не столько масштабом открытия, оценить которое на первых этапах жизненного цикла высокотехнологического и ресурсоэффективного продукта бывает достаточно трудно, сколько коммерческой ценностью разработки. Оценка коммерческой ценности разработки является необходимым условием при поиске источников финансирования для проведения научного исследования и коммерциализации его результатов.

Целью раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» является определение перспективности и успешности научно-технического исследования, оценка его эффективности, уровня возможных рисков, разработка механизма управления и сопровождения конкретных проектных решений на этапе реализации.

Для достижения обозначенной цели необходимо решить следующие задачи:

- организовать работы по научному исследованию;
- осуществить планирование этапов выполнения исследования;
- оценить коммерческий потенциал и перспективность проведения научного исследования;
- рассчитать бюджет проводимого научно-технического исследования;

В работе рассмотрены методики построения топографических планов на основе ортофотопланов с БПЛА, на основе которых составлена собственная методика и даны рекомендации по улучшению обработки картографического материала. Разработанная методика была применена на практике на территории п. Зональная Станция и представлена в работе [39].

4.1 Предпроектный анализ

4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Для анализа потребителей результатов исследования необходимо рассмотреть целевой рынок и провести его сегментирование.

Анализ потребителей результатов работы требует изучения целевого рынка, а также проведения его сегментирования. В современных рыночных условиях область земельно-имущественных отношений является целевым рынком для внедрения различного рода землеустроительной документации (к примеру: межевого плана, технического плана или акта обследования). Для определения потребителей данного вида услуг необходимо провести сегментирование.

Сегментирование – это процесс разбивки потребителей на различные сегменты (группы), каждой из которой может потребоваться определенный товар либо услуга.

- В данном проекте сегментами рынка являются:
- Коммерческие организации
- Научно-исследовательские организации и университеты
- Коммерческие организации производящие инженерно-геодезические изыскания
- Геодезисты и операторы БПЛА

4.1.2 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для ее будущего повышения.

В данном научном исследовании проведен анализ эффективности использования улучшенной методики построения топографических планов на основе аэрофотоснимков с БПЛА для повышения скорости выполнения

инженерно- геодезических изысканий [40].

Таблица 1 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Бф	Бк1	Бк2	Кф	Кк1	Кк2
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Повышение производительности	0,14	5	5	4	0,7	0,7	0,56
2. Простота использования	0,17	5	4	3	0,85	0,68	0,51
3. Скорость	0,14	4	4	4	0,56	0,56	0,56
4. Удобство в эксплуатации	0,17	5	5	4	0,85	0,85	0,68
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность продукта	0,14	4	3	4	0,56	0,42	0,56
2. Цена	0,12	4	3	2	0,48	0,36	0,24
3. Время	0,12	5	5	4	0,6	0,6	0,48
Итого	1	32	29	25	4,60	4,17	3,59

Критерии оценки подбираются, исходя из выбранных объектов сравнения с учетом их технических и экономических особенностей разработки, создания и эксплуатации.

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:

$$K = \sum V_i \cdot B_i$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

V_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

Основываясь на проведенном анализе конкурентов, можно сказать, что проект превосходит конкурентные исследования, что связано с ценой, производительностью, а также скоростью разрабатываемого проекта. Однако уязвимость разрабатываемого проекта заключается в простоте его использования.

4.1.3 SWOT-анализ

Для исследования внешней и внутренней среды проекта проведем SWOT-анализ, который позволяет определить сильные и слабые стороны проекта. Применяется для исследования внешней и внутренней среды проекта. SWOT-анализ проводится в 3 этапа.

Первый этап заключается в описании сильных и слабых сторон проекта, в выявлении возможностей и угроз для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде [41].

Таблица 2 – Матрица SWOT-анализа

Сильные стороны	Слабые стороны
<p>S1: Охват нескольких сфер: землеустройство и кадастры, инженерно-геодезические изыскания, градостроительство.</p> <p>S2: Реализация проводится компетентными, квалифицированными специалистами.</p> <p>S3: Рациональное использование трудовых ресурсов</p> <p>S4: Возможность усовершенствования и утверждения методики на федеральном уровне.</p>	<p>Sl1: Дорогостоящее оборудование и ПО</p>

Продолжение таблицы 2

<p>Возможности</p> <p>В1: Возможность повышения качества работы коммерческих организаций и НИИ</p> <p>В2: Возможность производить полевые и камеральные работы гораздо быстрее</p>	<p>Угрозы</p> <p>У1: Невозможность получения разрешения на полёты в определённых места</p> <p>У2: Зависимость от погодных условий</p>
---	--

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

Интерактивная матрица проекта представлена в таблице 4.

Каждый фактор помечается либо знаком «+» (означает сильное соответствие сильных сторон возможностям), либо знаком «-» (что означает слабое соответствие).

Таблица 4 – Интерактивная матрица проекта «Сильные стороны и возможности»

	Сильные стороны проекта				
Возможности проекта		С1	С2	С3	С4
	В1	+	+	+	+
	В2	+	+	+	+
	Слабые стороны проекта				
Возможности проекта		Сл1			
	В1	+			
	В2	+			
	Сильные стороны проекта				
Угрозы проекта		С1	С2	С3	С4
	У1	+	-	-	+
	У2	+	-	+	-
	У3	-	-	+	+
	Слабые стороны проекта				
Угрозы проекта	У1	+			
	У2	+			
	У3	+			

В рамках *третьего этапа* должна быть составлена итоговая матрица SWOT-анализа (табл. 5).

Таблица 5 –SWOT-анализ

	<p>Сильные стороны</p> <p>С1: Охват нескольких сфер: землеустройство и кадастры, инженерно-геодезические изыскания, градостроительство.</p> <p>С2: Реализация проводится компетентными, квалифицированными специалистами.</p> <p>С3: Рациональное использование трудовых ресурсов</p> <p>С4: Возможность усовершенствования и утверждения методики на федеральном уровне.</p>	<p>Слабые стороны</p> <p>Сл1: Дорогостоящее оборудование и ПО</p>
<p>Возможности:</p> <p>В1: Возможность повышения качества работы коммерческих организаций и НИИ</p> <p>В2: Возможность производить полевые и камеральные работы гораздо быстрее</p>	<p>Создание общей методики обработки материалов аэрофотосъемки с БПЛА для построения топографических планов</p>	<p>Невозможность получения разрешения на полёты в определённых места</p>
<p>Угрозы:</p> <p>У1: Невозможность получения разрешения на полёты в определённых места</p> <p>У2: Зависимость от погодных условий</p>	<p>Создание проекта, ориентированного на практическое применение.</p> <p>Взаимодействие между коммерческими организациями и НИИ</p>	<p>Общее принятие разработанной методики</p>

Исходя из полученной интерактивной матрицы проекта, приведенной выше, можно сказать, что преимуществом обладают сильные стороны проекта. Отсюда можно сделать вывод, что проведение стратегических изменений не требуется [42].

4.1.4 Оценка готовности проекта к коммерциализации

На какой бы стадии жизненного цикла не находилась научная разработка полезно оценить степень ее готовности к коммерциализации и выяснить уровень собственных знаний для ее проведения (или завершения). Для этого заполнена специальная форма, содержащая показатели о степени проработанности проекта с позиции коммерциализации и компетенциям разработчика научного проекта (табл. 6) [39].

Таблица 6 – Оценка степени готовности проекта к коммерциализации

№ п/п	Наименование	Степень проработанности научно-проекта	Уровень имеющихся знаний у разработчика
1.	Определен имеющийся научно-технический задел	4	4
2.	Определены перспективные направления коммерциализации научно-технического задела	3	3
3.	Определены отрасли и технологии (товары, услуги) для предложения на рынке	3	3
4.	Определена товарная форма научно-технического задела для представления на рынок	4	4
5.	Определены авторы и осуществлена охрана их прав	5	5
6.	Проведена оценка стоимости интеллектуальной собственности	5	5

Продолжение таблицы 6

7.	Проведены маркетинговые исследования рынков сбыта	3	3
8.	Разработан бизнес-план коммерциализации научной разработки	3	2
9.	Определены пути продвижения научной разработки на рынок	3	3
10.	Разработана стратегия (форма) реализации научной разработки	4	4
11.	Проработаны вопросы международного сотрудничества и выхода на зарубежный рынок	2	2
12.	Проработаны вопросы использования услуг инфраструктуры поддержки, получения льгот	4	4
13.	Проработаны вопросы финансирования коммерциализации научной разработки	5	4
14.	Имеется команда для коммерциализации научной разработки	4	3
15.	Проработан механизм реализации научного проекта	3	2
	ИТОГО БАЛЛОВ	55	51

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 [43].

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

$$B_{\text{сум}} = \sum B_i$$

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

B_i – балл по i -му показателю.

По результатам оценки выделяются слабые стороны исследования, дальнейшего улучшения необходимо провести маркетинговые исследования рынков сбыта, разработать бизнес-план коммерциализации научной разработки и проработать вопросы международного сотрудничества и выхода на зарубежный рынок.

4.1.5 Методы коммерциализации результатов научно-технического исследования

При коммерциализации научно-технических разработок продавец, преследует вполне определенную цель, которая во многом зависит от того, куда в последующем он намерен использовать полученный коммерческий эффект. Это может быть получение средств для продолжения своих научных исследований и разработок (получение финансирования, оборудования, уникальных материалов, других научно-технических разработок и т.д.), одноразовое получение финансовых ресурсов для каких-либо целей или для накопления, обеспечение постоянного притока финансовых средств, а также их различные сочетания. Создание разработки, является только первым шагом. Необходимо более подробно рассмотреть методы коммерциализации, при которых возможно продвижение научного исследования. Для данной магистерской работы был проведен анализ наиболее подходящих методов коммерциализации:

1. Инжиниринг. Предполагает предоставление на основе договора инжиниринга одной стороной, именуемой консультантом, другой стороне,

именуемой заказчиком, комплекса, или отдельных видов инженерно-технических услуг, связанных с проектированием объектов и усовершенствованием имеющихся производственных процессов.

2. Передача интеллектуальной собственности в уставной капитал государственного предприятия, занимающегося постановкой на ГКУ земельных участков. Представленные методы коммерциализации являются наиболее продуктивными в отношении разработанных проектных решений по совершенствованию процедуры формирования и оформления прав на земельные участки в нынешних условиях [44].

4.2 Инициация проекта

Таблица 7 – Заинтересованные стороны проекта

Заинтересованные стороны проекта	Ожидания заинтересованных сторон
НИ ТПУ	Выпуск высококвалифицированных специалистов
Научно-исследовательские институты и университеты	Экономия временного ресурса за счёт усовершенствования методов обработки аэрофотоснимков в БПЛА. Сокращение трудозатрат за счёт уменьшения количества полевых геодезистов
Федеральная служба государственной регистрации, кадастра и картографии	
Коммерческие организации	
Инженеры картографы	

В таблице 8 представлена иерархия целей проекта и критерии их достижения.

Таблица 8 – Цели и результат проекта

Цели проекта:	Применение БПЛА при выполнении инженерно-геодезических изысканий
Ожидаемые результаты проекта:	Разработка рекомендаций по повышению качества работы инженеров картографов
Критерии приемки результата проекта:	Соответствие реальным условиям предлагаемых рекомендаций и возможность их внедрения
Требования к результату проекта:	Соответствие предложенных результатов современному законодательству, их целесообразность и рациональность

В таблице 9 представлена организационная структура проекта (роль каждого участника, их функции, трудозатраты) [39].

Таблица 9 – Рабочая группа проекта

№ п/п	ФИО, основное место работы, должность	Роль в проекте	Функции	Трудо-затраты, час.
1.	Крамаренко В.В., к.г.-м.н. доцент ОГ ИШПР	Руководитель проекта	Консультирование, координация деятельности, определение задач, контроль выполнения.	500
2.	Галкин А.А. магистрант ОГИШПР	Исполнитель по проекту	Анализ литературных источников, сбор данных, анализ данных, выявление проблем, поиск решений	1500
ИТОГО:				2000

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 (табл. 10).

Таблица 10 – Ограничения проекта

Фактор	Ограничения/ допущения
9.1. Бюджет проекта	1 027 832,831
9.1.1. Источник финансирования	НИ ТПУ
9.2. Сроки проекта:	01.09.2022-31.05.2023
9.2.1. Дата утверждения плана управления проектом	16.09.2021
9.2.2. Дата завершения проекта	31.05.2023

4.3 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.

4.3.1 Иерархическая структура работ проекта

Иерархическая структура работ (ИСР) – детализация укрупненной структуры работ. В процессе создания ИСР структурируется и определяется содержание всего проекта (рис. 20).

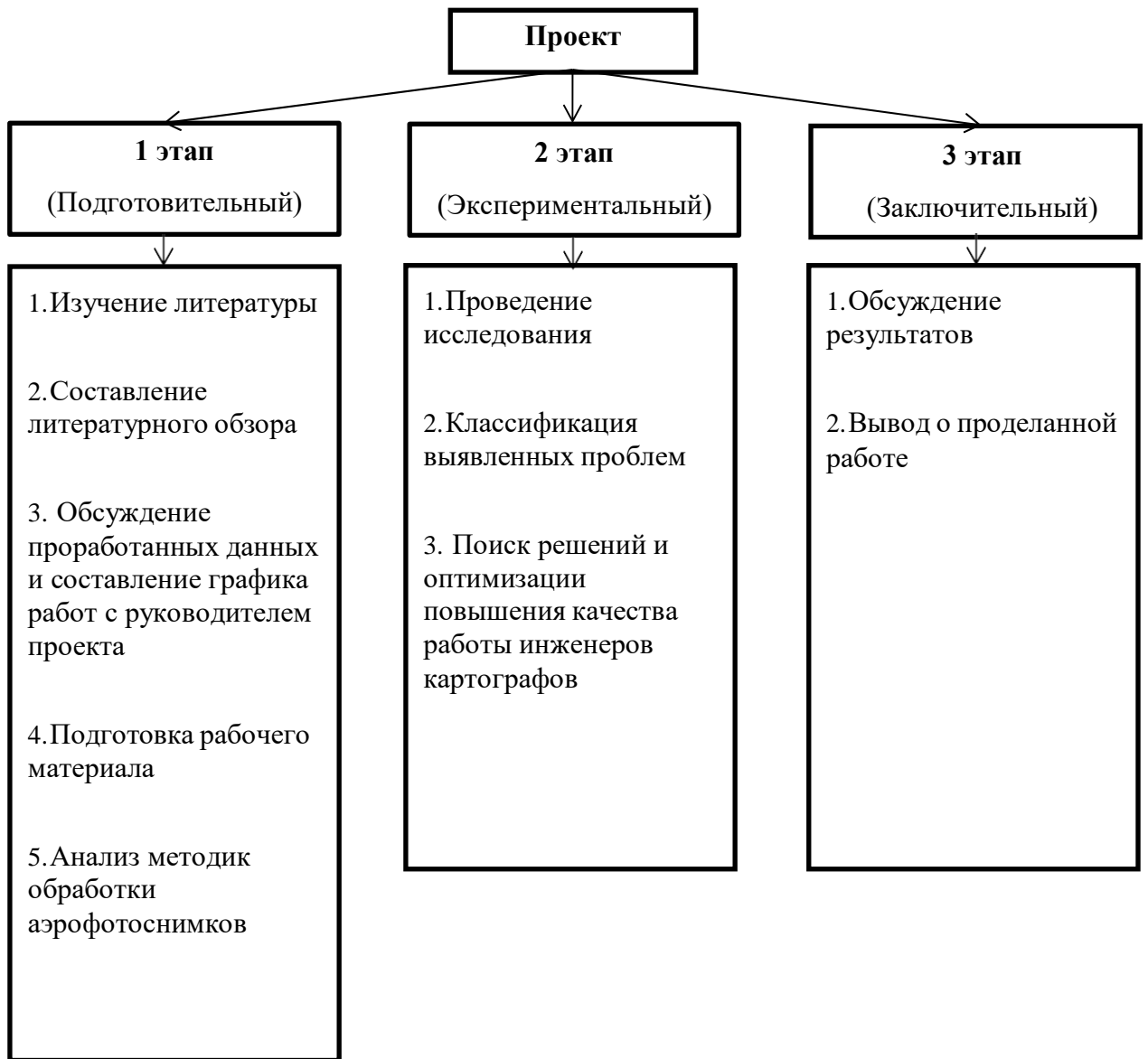


Рисунок 20 – Иерархическая структура работ

4.3.1 План проекта

В рамках планирования научного проекта построены календарный график проекта (табл. 11, 12).

Таблица 11 – Календарный план проекта

Название	Длительность, дни	Дата начала работ	Дата окончания работ	Состав участников
Утверждение темы магистерской диссертации	10	01.09.21	10.09.21	Галкин А.А., Крамаренко В.В.
Согласование плана работ	10	11.09.21	24.05.22	Галкин А.А., Крамаренко В.В.
Литературный обзор	120	22.09.21	31.05.23	Галкин А.А.
Обработка полученных данных и обсуждение результатов	151	23.01.22	24.05.22	Галкин А.А., Крамаренко В.В.
Написание отчета	367	25.05.22	31.05.23	Галкин А.А.
Итого:	657			

Таблица 12 – Календарный план график проведения НИОКР по теме

Наименование этапа	Т, дней	2021			2022								2023												
		Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май			
Утверждение темы магистерской диссертации	10	■																							
Согласование плана работ	10	■																							
Литературный обзор	12 1		■	■	■																				
Обработка полученных данных и обсуждение результатов	29 2					■	■	■	■	■															
Написание отчета	57 1																								

■ - работа Галкина А.А.
 ■ - работа Крамаренко В.В.

4.4 Бюджет научного исследования

При планировании бюджета научного исследования должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов планируемых расходов, необходимых для его выполнения. В процессе формирования бюджета, планируемые затраты сгруппированы по статьям. В данном исследовании выделены следующие статьи:

1. Сырье, материалы, покупные изделия и полуфабрикаты;
2. Специальное оборудование для научных работ;
3. Заработная плата;
4. Отчисления на социальные нужды; 5. Научные и производственные командировки;
5. Оплата работ, выполняемых сторонними организациями и предприятиями;

6. 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 по данной теме (таблица 6.12).

Таблица 13 – Расчет затрат по статье «Сырье и материалы»

Наименование	Количество, шт	Цена за единицу, руб.	Сумма, руб.
Тетрадь (48 листов)	2	50,0	10
Ручка шариковая	3	21,0	63,0
Ластик	2	10,0	20,0
Печать	261	3,50	913,50
Скоросшиватель	1	2	40
Интернет	12 мес.	350	4200
Энергия	12 мес.	40	480
Всего за материалы	5 726,5		
Транспортно-заготовительные расходы (3-5%)			57,68
Итого по статье			5 784,18

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 14).

Таблица 14 – 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	Компьютер (НР)	1	45000,0	45000,0

Продолжение таблицы 14

2	Программное обеспечение MicrosoftOffice	1	5990,0	5990,0
3	Agisoft Metashape	1	10000	10000
4	AutoCAD	1	25000	25000
Итого, руб.:				85 990

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 по данной теме. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы оплаты труда. Расчет основной заработной платы сводится в таблице 6.14.

$$C_{zk} = Z_{осн} + Z_{доп}$$

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:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_{раб}$$

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

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

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{дн} = \frac{Z_{м} \cdot M}{F_{д}}$$

где $Z_{м}$ – 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_d – 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 15 [46].

Таблица 15 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Магистрант
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней	99	99
- выходные дни	14	14
- праздничные дни		
Потери рабочего времени	24	24
- отпуск	14	14
- невыходы по болезни		
Действительный годовой фонд рабочего времени	212	212

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_m = Z_b * (k_{пр} + k_d) * k_p$$

где Z_b – базовый оклад, руб.;

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

k_d – коэффициент доплат и надбавок;

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

При расчете заработной платы научно-производственного и прочего персонала проекта учитывались месячные должностные оклады работников, которые рассчитывались по формуле:

$$Z_m = Z_b * K_p$$

где Z_6 – базовый оклад, руб.;

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

Согласно информации сайта Томского политехнического университета, должностной оклад (ППС) доцента кандидата наук в 2022 году без учета РК составил 33664 руб. Расчет основной заработной платы приведен в таблице 16.

Таблица 16 – Расчет основной заработной платы

Исполнители	Z_6 , руб.	$k_{пр}$	k_d	k_p	Z_m , руб.	$Z_{дн}$, руб.	T_p , раб. дн.	$Z_{осн}$, руб.
Руководитель	33664,0	-	-	1,3	43763,0	2146,87	212	455136,4
Магистрант	1923,0	-	-	1,3	2500,0	132,0	212	27998,0

Дополнительная заработная плата научно-производственного персонала. 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. (в среднем – 12 % от суммы основной заработной платы).

Дополнительная заработная плата рассчитывается исходя из 10-15% от основной заработной платы, работников, непосредственно участвующих в выполнении темы:

$$Z_{доп} = Z_{осн} * k_{доп}$$

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

$k_{доп}$ – коэффициент дополнительной зарплаты;

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

В таблице 17 приведена форма расчёта основной и дополнительной заработной платы.

Таблица 17 – Заработная плата исполнителей НТИ

Заработная плата	Руководитель	Магистрант
Основная зарплата	455136,4	27998,0
Заработная плата	Руководитель	Магистрант
Дополнительная зарплата	54616,4	2799,8
Итого по статье Сзп	509752,8	30797,8

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

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

где $k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчисления на уплату во внебюджетные фонды. На 2014 г. в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30.

Стипендиальные выплаты студентам, магистрам и аспиранта не облагаются налогом.

Отчисления на социальные нужды составляют:

$$C_{\text{внеб}} = 0,3 * (455136,4 + 54616,4) = 152925,8 \text{ рублей}$$

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 составляют 54 055,061 руб.

Оплата работ, выполняемых сторонними организациями и предприятиями.

Сторонней организацией ООО «СПТЦ» был выполнен выезд на местность с целью получения данных геодезической съемки и получения ортофотопланов местности, в таблицу 18 так же включены обработка полученных данных [45].

Таблица 18 - Расчет затрат на подрядные работы

Метод анализа	Количество объектов	Стоимость, руб	Итого, руб
Геодезическая съемка (выезд на местность и обработка данных)	Подземные коммуникации	4000	8000
	Граница СНТ	2500	2500
Получение ортофотопланов	1 шт	1000	5000
Сумма, руб.			15500

Итого на оплату работ выходит 15500 руб.

Накладные расходы. В расчетах эти расходы принимаются в размере 70- 90 % от суммы основной и дополнительной заработной платы, работников, непосредственно участвующих в выполнении темы. Расчет накладных расходов провели по следующей формуле:

$$C_{\text{накл}} = k_{\text{накл}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}) = 0,8 \cdot (455136,4 + 54616,4) = 407802,3$$

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

Таким образом, затраты проекта составляет 1 027 832,831, которые приведены в таблице 19 [42].

Таблица 19 – 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	Доп-ая заработная плата	Отчисления на социальные нужды	Научные и производственные командировки	Оплата работ, выполняемых сторонними организациями и предприятиями	Прочие прямые расходы	Накладные расходы	Итого плановая себестоимость
Данное исследование	5 784,18	85 990	277977,8	27797,7	152925,84	54 055,061	15500	-	407802,25	<u>1 027 832,831</u>
Аналог	6000	110000	277977,8	27797,7	329973,2	109991,1	-	-	879928,6	<u>4 463 472,000</u>

4.5 Организационная структура проекта

Данный проект представлен в виде проектной организационной структуры.

Проектная организационная структура проекта представлена на рисунке 21.



Рисунок 21 – Проектная структура проекта

4.5.1 План управления коммуникациями проекта

План управления коммуникациями отражает требования к коммуникациям со стороны участников проекта (табл. 20).

Таблица 20 – План управления коммуникациями

Какая информация передается	Кто передает информацию	Кому передается информация	Когда передает информацию
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

4.5.2 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 21 [46].

Таблица 21 – Реестр рисков

Риск	Вероятность наступления	Влияние риска	Уровень риска	Способы смягчения риска	Условия наступления
Неполнота изученности нормативноправовых актов	4	5	Высокий	Консультации со специалистами	Некорректное изложение информации
Ошибка при обработке данных	1	5	Низкий	Совершенствование материала	Низкий уровень владения специальным ГИС ПО
Отсутствие интереса к результатам исследования	2	5	Низкий	Привлечение предприятий, публикация результатов	Отсутствие результатов исследования

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

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

Расчет чистой текущей стоимости представлен в таблице 6.21. При расчете рентабельность проекта составляла 25 %, норма амортизации - 10 %. $A_{г} = C_{перв} * N_{а} / 100$, $себ = 1\ 027\ 832,83$ руб., $Выручка = себестоимость * 1,25 = 1\ 027\ 832,83 * 1,25 = 1\ 284\ 791,04$ руб.

Таблица 22 – Расчет чистой текущей стоимости по проекту в целом

№	Наименование показателей	Шаг расчета				
		0	1	2	3	4
1	Выручка от реализации, руб.	0	1284791.04	1284791.04	1284791.04	1284791.04
2	Итого приток, руб.	0	1284791.04	1284791.04	1284791.04	1284791.04
3	Инвестиционные издержки, руб.	<u>1 027 832,83</u>	0	0	0	0

Продолжение таблицы 22

4	Операционные затраты, руб.	0	308349,85	308349,85	308349,85	308349,85
5	Налогооблагаемая прибыль(1-4)	0	976441.19	925049,55	925049,555	925049,55
6	Налоги 20 %, руб.(5*20%)	0	195288.24	195288.24	195288.24	195288.24
8	Чистая прибыль,руб.(5-6)	0	781152.95	781152.95	781152.95	781152.95
9	Чистый денежный поток (ЧДП), руб.(чистая прибыль+амортизация)	-	1 027 832.83	883936.23	883936.23	883936.23
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)	-	736318.88	613451.74	510915.14	426057.26
12	Σ ЧДД		2 286 743.02 руб.			
12	Итого NPV, руб.		1 258 910.19 руб.			

NPV= 1258910,19 руб.>0

Коэффициент дисконтирования рассчитан по формуле:

$$КД = \frac{1}{(1+i)^t}$$

где i – ставка дисконтирования, 20 %;

t – шаг расчета.

Таким образом, чистая текущая стоимость по проекту в целом составляет 2340030,32 рублей, что позволяет судить 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:

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

где ЧДД - чистый денежный поток, руб.;

I_0 – начальный инвестиционный капитал, руб.

Таким образом, PI для данного проекта составляет:

$$PI = \frac{2286743,02}{1027832,83} = 2,225$$

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 23 и на рисунке 22.

Таблица 23 – Зависимость NPV от ставки дисконтирования

Наименование показателя	0	1	2	3	4	
Чистые денежные потоки, руб.	-1398841,1	883936.23	883936.23	883936.23	883936.23	NPV, руб.
Коэффициент дисконтирования						
0,1	1	0,9585	0,8264463	0,7513148	0,683013	
0,2	1	0,9091	0,6944444	0,5787037	0,482253	
0,3	1	0,8964	0,591716	0,4551661	0,350128	
0,4	1	0,7513	0,5102041	0,3644315	0,260308	
0,5	1	0,643	0,4444444	0,2962963	0,197531	
0,6	1	0,6209	0,390625	0,2441406	0,152588	
0,7	1	0,5645	0,3460208	0,2035416	0,11973	
0,8	1	0,5132	0,308642	0,1714678	0,09526	
0,9	1	0,4665	0,2770083	0,1457938	0,076734	
1	1	0,4241	0,25	0,125	0,0625	
Дисконтированный денежный поток, руб.						
0,1	-1398841,1	526295,452	453787,08	412533,71	375030,6	739814,062
0,2	-1398841,1	499170,783	381307,2	317756	264796,7	435197,822
0,3	-1398841,1	492197,436	324900,81	249923,7	192249	231438,117
0,4	-1398841,1	412525,585	280144,07	200102,9	142930,6	7870,37051
0,5	-1398841,1	353059,964	244036,61	162691,07	108460,7	-159584,47
0,6	-1398841,1	340925,244	214485,3	134053,31	83783,32	-254585,65
0,7	-1398841,1	309956,998	189993,9	111761,12	65741,83	-350378,98
0,8	-1398841,1	281789,072	169469,87	94149,926	52305,51	-430118,45
0,9	-1398841,1	256146,926	152100,38	80052,831	42133,07	-497399,63
1	-1398841,1	232865,833	137270,59	68635,296	34317,65	-554743,46

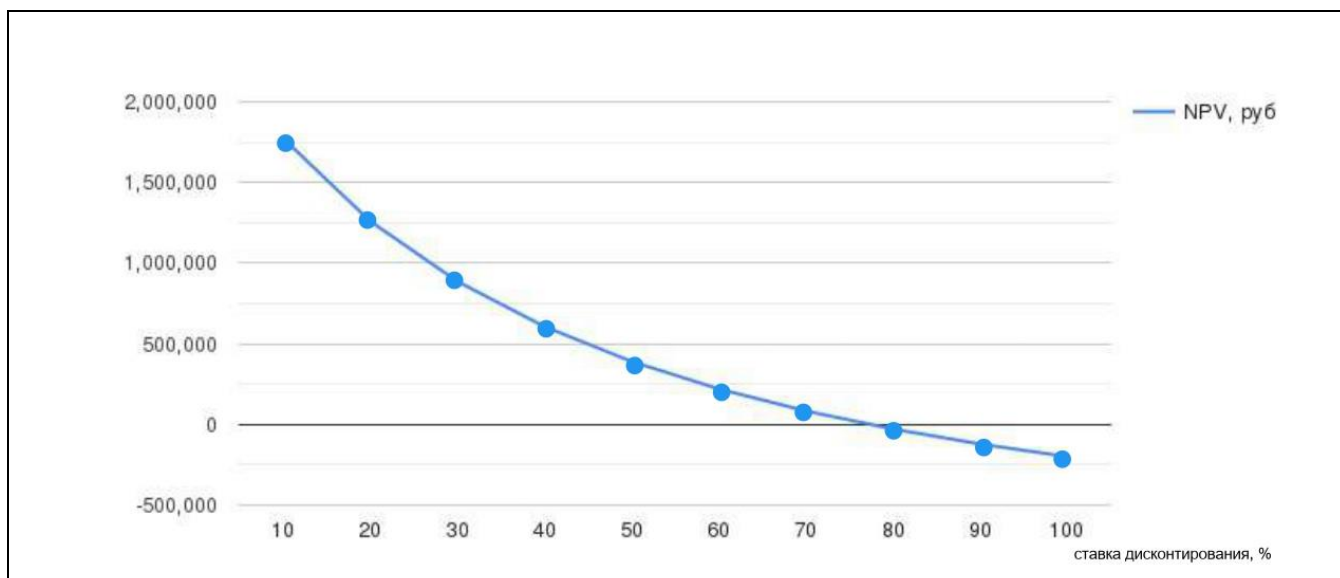


Рисунок 22 – Зависимость NPV от ставки дисконтирования

Из таблицы и графика следует, что по мере роста ставки дисконтирования чистая текущая стоимость уменьшается, становясь отрицательной. Значение ставки, при которой NPV обращается в нуль, носит название «внутренней ставки доходности» или «внутренней нормы прибыли». Из графика получаем, что IRR составляет 0,78.

$IRR > i$, проект эффективен.

Запас экономической прочности проекта: $78\% - 20\% = 58\%$.

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 24) [47].

Таблица 24 – Дисконтированный срок окупаемости

№	Наименование показателя	Шаг расчета				
		0	1	2	3	4
1	Дисконтированный чистый денежный поток ($i = 0,20$), руб.	- <u>1 027 832,83</u>	736318.88	613451.74	510915.14	426057.26
2	То же нарастающим итогом, руб.	- <u>1 027 832,83</u>	291513.95	414381.09	516917.69	601775.57
3	Дисконтированный срок окупаемости	$DP_{дск} = 1 + (291513.95 / 613451.74) = 1,48$ года				

Социальная эффективность научного проекта учитывает социально-экономические последствия осуществления научного проекта для общества в целом или отдельных категорий населений, или групп лиц, в том числе как непосредственные результаты проекта, так и «внешние» результаты в смежных секторах экономики: социальные, экологические и иные внеэкономические эффекты (табл. 25).

Таблица 25 – Критерии социальной эффективности

ДО	ПОСЛЕ
Отсутствие единой методики формирования топографических планов на основе ортофотоснимков с БПЛА	Единая методика формирования топографических планов на основе ортофотоснимков с БПЛА внутри коммерческой организации
Отсутствие рекомендаций для более точной дешифровки аэрофотоснимков	Рекомендации для более точной дешифровки аэрофотоснимков

4.6.2 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.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности приведен в форме таблицы (табл. 26).

Таблица 26 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

ПО /Критерии	Весовой коэффициент параметра	Текущий проект	Аналог 1	Аналог 2
1. Выход продукта	0,25	4	5	4
2. Удобство вэксплуатации	0,10	4	3	3
3. Надежность	0,20	5	3	4
4. Безопасность	0,10	5	4	3
5. Простота эксплуатации	0,15	4	4	4
6. Возможность автоматизации данных	0,20	5	4	5
Итого	1	28	23	23

Сравнительная эффективность разработки по сравнению с аналогами представлена в таблице 27.

Таблица 27 – Сравнительная эффективность разработки

№п/п	Показатели	Разработка	Аналог 1	Аналог 2
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,18	0,17	0,17
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,50	3,95	4,00
3	Интегральный показатель эффективности	23,68	23,23	23,53
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,02	1,01	1,0

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 [31].

В ходе выполнения раздела финансового менеджмента определена чистая текущая стоимость, (NPV), равная 1 258 910.19 руб.; индекс доходности $PI=2,225$, внутренняя ставка доходности $IRR=78\%$, срок окупаемости $PP_{дск}=1,48$ года [45].

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

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
2УМ11	Галкину Антону Анатольевичу

Школа	ИШПР	Отделение (НОЦ)	Отделение геологии
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	21.04.02 Землеустройство и кадастры

Тема ВКР:

Применение БПЛА при выполнении инженерно-геодезических изысканий для газификации п. Зональная Станция

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>Введение</p> <ul style="list-style-type: none"> – Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика) и области его применения. – Описание рабочей зоны (рабочего места) при разработке проектного решения/при эксплуатации 	<p>Объекты исследования: Инженерно-геодезические изыскания Область применения: землеустройство, геодезия Рабочая зона: офис/полевые условия Размеры помещения: 52 м²/умеренно-континентальный климат Количество и наименование оборудования рабочей зоны: три автоматизированных рабочих места (АРМ), один БПЛА Teodrone DJI Phantom 4 Pro, один GNSS-приемник LEICA GS15 Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне: - офис: совершенствование методики построения топографического плана на основе аэрофотосъемки, разработка рекомендаций по улучшению камеральных работ, построение топографического плана на основе аэрофотосъемки; - полевые работы: выполнение аэрофотосъемки с БПЛА Teodrone DJI Phantom 4 Pro, съемка подземных коммуникаций с помощью GNSS-приемника LEICA GS15</p>
--	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при разработке проектного решения:</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<p>Трудовой кодекс Конституция Российской Федерации Земельный кодекс Российской Федерации Федеральный закон от 13.07.2015 № 218-ФЗ Приказ Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 29.03.2018 № 122 Приказ Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 06.10.2016 № 514 Приказ Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 15.11.2019 № 10, Национальный стандарт РФ «Безопасность в чрезвычайных ситуациях» ГОСТ Р 22.0.02-2016 Свод правил СП 51.13330.2011 СП 52.13330.2016 СП 11-104-97, Инженерно-геодезические изыскания для строительства, СП 60.13330.2020, Правила устройства электроустановок (седьмое издание), Приказы Министерства Российской Федерации по делам ГО и ЧС: от 18.11.2021 № 806 и 5 сентября 2021 года №596, СанПиН 1.2.3685-21, ГОСТ 12.1.004-91, ГОСТ 12.2.007.0-75, ГОСТ 12.1.005-88, ГОСТ 12.1.003-2015, ГОСТ 12.1.007-76, ГОСТ 12.4.011-89</p>
<p>2. Производственная безопасность:</p>	<p>Вредные факторы: 1) Повышенная/пониженная t воздуха рабочей зоны;</p>

<ul style="list-style-type: none"> – Анализ выявленных вредных и опасных факторов – Обоснование мероприятий по снижению воздействия 	<p>2) Повышенный уровень электромагнитных излучений;</p> <p>3) Недостаточная освещённость рабочей зоны;</p> <p>4) Повышенный уровень шума на рабочем месте.</p> <p>Опасные факторы:</p> <p>1) Опасность поражения электрическим током;</p> <p>2) Опасность возникновения пожара.</p>
3. Экологическая безопасность при разработке проектного решения	<p>Воздействие на селитебную зону отсутствует;</p> <p>Воздействие на литосферу: захоронение твердых коммунальных отходов;</p> <p>Воздействие на гидросферу: сброс сточных вод;</p> <p>Воздействие на атмосферу: утилизация офисной техники и люминесцентных ламп.</p>
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях при разработке проектного решения/при эксплуатации	<p>Возможные ЧС: пожар; маловероятно: природного характера, техногенного характера (обрушение здания)</p> <p>Наиболее типичная ЧС: пожар</p>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику:	
--	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Сечин Андрей Александрович	Кандидат технических наук		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2УМ11	Галкин Антон Анатольевич		

5 Социальная ответственность

Введение

Целью данного раздела исследовательской работы является выявление и анализ вредных и опасных факторов, имеющих место на рабочем месте, и разработка мер по снижению воздействия этих факторов на персонал с соблюдением всех необходимых норм, правил, инструкций и прочих документам, закрепленным в нормативно-правовых актах.

Тема магистерской диссертации посвящена методам получения топографических планов на основе аэрофотоснимков с БПЛА. В работе представлены рекомендации по проведению более качественной дешифровки аэрофотоснимков с БПЛА, а также методика построения топографического плана на их основе. Практическое применение разработанных методов проводилось преимущественно при камеральных работах в офисном помещении (далее рабочее место) с использованием персонального компьютера [39].

5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

В соответствии со статьей 37 Конституции РФ, каждый имеет право на труд в условиях, отвечающих требованиям безопасности и гигиены, на вознаграждение за труд без какой бы то ни было дискриминации и не ниже законодательно установленного минимального размера оплаты труда, а также право на защиту от безработицы.

В специальных правовых нормах трудового законодательства указываются все правила и требования, которые направлены на обеспечение безопасности труда, сохранение жизни и здоровья работающих, сокращение количества несчастных случаев на рабочем месте, а также на избежание ЧС и сохранение трудоспособности рабочего. Ключевые положения и требования охраны труда и безопасности на производстве прописаны в Трудовом кодексе РФ.

Исходя из Трудового кодекса Российской Федерации (ТК РФ) от 30.12.2001

№ 197-ФЗ работа выполнялась в соответствии со следующими нормами:

– рабочее время

В соответствии со статьей 91 ТК РФ Рабочее время – время, в течение которого работник в соответствии с правилами трудового распорядка и условиями трудового договора должен исполнять трудовые обязанности, а также иные периоды, которые в соответствии с законодательством РФ относятся к рабочему времени.

Нормальная продолжительность рабочего времени не должна превышать 40 часов в неделю.

Руководитель дипломной работы работает по шестидневному графику (6 рабочих дней и один выходной в неделю), студент, выполняющий работу, работает по пятидневному графику (5 рабочих дней и два выходных в неделю). В соответствии с трудовой нагрузкой для преподавателя составляется расписание, а для студента, работающего в офисном помещении, организацией устанавливаются правила трудового распорядка, учитывающее все нормы трудового законодательства.

Время отдыха

В соответствии со статьей 106 ТК РФ Время отдыха – время, в течение которого работник свободен от исполнения трудовых обязанностей и которое он может использовать по своему усмотрению.

К отдыху относятся перерывы в течение рабочего дня (например, на обед - не более 2-х часов и не менее 30-ти минут), выходные дни (устанавливаются в соответствии с производственным календарем на 2022 год) и отпуска.

Студент и руководитель в течение рабочего дня имели перерывы на обед, также каждую неделю выходные согласно своему графику работы.

Отпуска

Работникам предоставляются ежегодные отпуска с сохранением места работы, должности и среднего заработка (статья 114 ТК РФ). Ежегодный оплачиваемый отпуск для руководителя и работающего студента составляет 28 дней.

Заработная плата

Для руководителя дипломной работы заработная плата устанавливается в соответствии с Положением об оплате труда НИ ТПУ. Для работающего студента заработная плата устанавливается в соответствии с положением об оплате труда организации, в которой он работает.

Нормирование труда

В соответствии с внутренним распорядком НИ ТПУ руководитель и студент в соответствии с правилами внутреннего распорядка организации обязаны соблюдать трудовой порядок и нести дисциплинарную ответственность. При работе с персональными электронно-вычислительными машинами (ПЭВМ) условия труда регламентируются СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы», которые устанавливают следующие санитарно-эпидемиологические требования:

1. Рабочие места с ПЭВМ при выполнении работы, требующей значительного умственного напряжения или высокой концентрации внимания, рекомендуется изолировать друг от друга перегородками высотой 1,5–2,0 м.

2. Конструкция рабочего стола должна обеспечить оптимальное размещение на рабочей поверхности используемого оборудования с учетом его количества и конструктивных особенностей, характера выполняемой работы. Экран видеомонитора должен находиться от глаз пользователя на расстоянии 600–700 мм, но не ближе чем 500 мм, с учетом размеров алфавитно-цифровых знаков и символов.

3. Допускается использование рабочих столов различных конструкций, отвечающих современным требованиям эргономики. Поверхность рабочего стола должна иметь коэффициент отражения 0,5–0,7 [43].

5.2 Производственная безопасность

В процессе работы над дипломной работой необходимо работать в помещении, используя компьютерную технику. Для идентификации потенциальных факторов необходимо использовать ГОСТ 12.0.003–2015

«Опасные и вредные производственные факторы. Классификация». В связи с этим на здоровье исполнителя будут оказывать влияние следующие факторы, приведенные в таблице 28.

Таблица 28 – Возможные опасные и вредные производственные факторы на рабочем месте инженера

Факторы (ГОСТ 12.0.003–2015)	Нормативные документы
Повышенная/пониженная t° воздуха рабочей зоны	СП 60.13330.2020 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха»; ГОСТ 12.1.005–88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны»; СанПиН 1.2.3685–21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» СанПиН 2.2.4.548–96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений»

Продолжение таблицы 28

Превышение уровня шума	ГОСТ 12.1.003–2014 ССБТ. «Шум. Общие требования безопасности» СН 2.2.4/2.1.8.562–96. «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории застройки» СП 51.13330.2011. «Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23-03- 2003»
Недостаточная освещённость рабочей зоны	СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение»
Повышенный уровень электромагнитных излучений	СанПиН 2.2.2/2.4.1340–03. «Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы «Гигиенические требования к персональным электронно- вычислительным машинам и организации работы» СанПиН 2.2.4.1191-03 «Электромагнитные поля в производственных условиях»
Опасность возникновения пожара	ГОСТ 12.1.004–91 «Пожарная безопасность»

5.2.1 Повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны

Показатели микроклимата должны обеспечивать сохранение теплового баланса человека с окружающей средой и поддержание оптимального или допустимого теплового состояния организма. Для человека одинаков опасны переохлаждения, которые могут вызывать простудные заболевания, и перегревы, которые ведут к снижению работоспособности, тепловым ударам. Величины показателей микроклимата устанавливаются СанПиН 1.2.3685–21

«Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания», ГОСТ 12.1.00588

«Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны».

В соответствии с санитарными правилами СанПиН 2.2.4.548–96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений» к микроклимату в помещении устанавливаются следующие требования:

- температура воздуха (нормированное значение – 23-25°C);
- температура поверхностей (нормированное значение – 22-26°C);
- относительная влажность воздуха (нормированное значение – 60– 40%);
- скорость движения воздуха (нормированное значение – 0,1 м/с).

Источниками возникновения отклонений показателей микроклимата могут служить:

1. Кондиционер.
2. Повышенная температура батареи (в холодное время года).
3. Нагрев ПК и его комплектующих.
4. Сквозняк на рабочем месте.
5. Отсутствие проветривания помещения.

Любое отклонение от установленных показателей может нанести вред здоровью человека и вызвать различные заболевания органов дыхания, сердечно-сосудистой системы и тепловому коллапсу.

Для предотвращения нарушений микроклимата рекомендуется проветривать помещения, использовать кондиционер при повышенной или пониженной температуре на рабочем месте, применять вентилятор для лучшей циркуляции воздуха [45].

5.2.2 Превышение уровня шума

Источниками шума является ПК и его комплектующие. Повышенный уровень шума может привести к заболеваниям слухового аппарата человека. Шумовое загрязнение неблагоприятно воздействует на работающих: снижается внимание, увеличивается расход энергии при одинаковой физической нагрузке, замедляется скорость психических реакций и так далее. В результате снижается производительность труда и качество выполняемой работы.

Шум от исправного современного компьютера находится в пределах 35–50 дБ. Предельно допустимый уровень звукового давления составляет 75 дБ. Таким образом, санитарные нормы соблюдаются и негативного влияния на здоровье человека не оказывается.

Коллективными мерами защиты может служить: рациональная планировка помещения, применение звукоизоляции. К индивидуальным средствам защиты можно отнести беруши и наушники [47].

5.2.3 Недостаточная освещенность рабочей зоны

Рациональное освещение помещений и рабочих мест – одно из важнейших условий создания благоприятных и безопасных условий труда. Недостаточное освещение влияет на функционирование зрительного аппарата, то есть определяет зрительную работоспособность, на психику человека, его эмоциональное состояние, вызывает усталость центральной нервной системы, возникающей в результате прилагаемых усилий для опознания четких или сомнительных сигналов. Работая при освещении плохого качества или низких уровней, люди могут ощущать усталость глаз и переутомление, что приводит к снижению работоспособности. В ряде случаев это может привести к головным болям.

Нормы освещенности рабочих мест, помещений и территорий устанавливаются СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение». Задачами организации освещенности рабочих мест является обеспечение различаемой рассматриваемых предметов, уменьшение напряжения и утомляемости органов зрения. Предполагается, что для организации безопасного рабочего места освещение должно быть равномерным и устойчивым, иметь правильное направление светового потока, исключать слепящее действие света и образование резких теней.

К коллективным мерам защиты относят средства нормализации освещения помещений (светофильтры, источники света, осветительные приборы и т. д.). К индивидуальным – светозащитные очки.

Расчет освещенности рабочей зоны инженера.

Рабочая зона инженера расположена в офисном помещении площадью 25м² (ширина А= 5 м, длина В= 5 м, высота Н= 3,2 м). В помещении установлено 8 источников освещения (потолочные светильники).

Вычисления произведены по методу светового потока, предназначенного для расчёта освещенности общего равномерного освещения горизонтальных поверхностей.

Световой поток лампы накаливания или группы люминесцентных ламп светильника определяется по формуле:

$$F = \frac{E_n \times S \times K_z \times Z}{n \times \eta},$$

где E_n – нормируемая минимальная освещенность по ГОСТ Р 55710- 2013, равная 500, (Лк);

S – площадь освещаемого помещения, (м²);

K_z – коэффициент запаса, учитывающий загрязнение светильника. Для помещения, выделяющего малое количество пыли $K=1,5$;

Z – коэффициент неравномерности освещения. Для люминесцентных ламп принято $Z = 1,1$;

n – число светильников;

η – коэффициент использования светового потока, (%);

F – световой поток, излучаемый светильником.

Коэффициент использования светового потока η показывает, какая часть светового потока ламп попадает на рабочую поверхность. Он зависит от индекса помещения (i), типа светильника, высоты расположения светильников над рабочей поверхностью (h) и коэффициентов отражения стен ($\rho_{ст}$) и потолка ($\rho_{п}$).

В рассматриваемом случае стены оклеены флизелиновым холстом, который окрашен в серый цвет матовой водоэмульсионной краской. Поверхности серого цвета имеют коэффициент отражения 20–30%, принимаем $\rho_{ст}=30\%$. Потолок оштукатурен и выкрашен белой водоэмульсионной краской. Для такой поверхности коэффициент отражения 50–60%, принимаем $\rho_{п}=50\%$.

Расчётная высота подвеса светильников над рабочей поверхностью:

$$h = H - 0,8 = 3,0 - 0,8 = 2,2 \text{ (м)}$$

Экономичность осветительной установки зависит от отношения, представленного в формуле:

$$l = \frac{L}{h},$$

где L – расстояние между рядами светильников, м.

Рекомендуется размещать люминесцентные лампы параллельными рядами, принимая $l = 1,4$, отсюда расстояние между рядами светильников:

$$L = l \cdot h = 1,4 \cdot 2,2 = 3,08$$

Расстояние между двумя рядами светильников и стенами вычисляется по формуле:

$$Л = \frac{(B-L)}{2} = \frac{(5-3,08)}{2} = 0,96$$

Индекс помещения (i):

$$i = \frac{S}{h \cdot (A+B)} = \frac{22}{2,2 \times (5+4,4)} = 1,06$$

С учётом вышеопределённых покрытий стен и потолка, а также принятых коэффициентов отражения, значение коэффициента использования светового потока $\eta = 48\%$.

Световой поток от одного источника света:

$$F = \frac{500 \times 22 \times 1,5 \times 1,1}{4 \times 0,48} = 9453 \text{ люмен}$$

В помещении используются лампы General Electric F36W/33 со световым потоком 2850 (лм), при использовании четырех ламп в одном источнике света, световой поток будет равен 11400 (лм).

Норма освещенности E:

$$E = \frac{(\Phi \times N \times \eta)}{(k)} = \frac{(2850 \times 4 \times 0,48)}{(1,5 \times 22 \times 1,1)} = 603 \text{ (лм)}$$

Как видно из расчета, минимальная освещенность находится в пределах нормы.

Расчет необходимого количества светильников по формуле:

$$N = \frac{E \cdot k \cdot S \cdot Z}{n \cdot \eta \cdot F},$$

где E – норма освещенности E = 603 (Лк);

k – коэффициент запаса, учитывающий старение ламп и загрязнение светильников, k = 1,5;

S – площадь помещения;

Z – коэффициент неравномерности освещения, Z = 1,1;

n – число рядов светильников, n = 2;

η – коэффициент использования светового потока, η = 0,48;

F – световой поток, излучаемый светильником, F=9453.

$$N = \frac{603 \cdot 1,5 \cdot 22 \cdot 1,1}{2 \cdot 0,48 \cdot 9453} = 2,4 = 3$$

Так как в рассматриваемом помещении 6 источников света, в каждом из которых 4 лампы, нормы безопасности по искусственному освещению в данном случае соблюдены [42].

5.2.4 Повышенный уровень электромагнитных излучений

Главным инструментом при выполнении работ является ПК, от которого исходит электромагнитное излучение. Электромагнитные излучения ухудшают работу сосудов головного мозга, что вызывает ослабление памяти, остроты зрения.

В соответствии с СанПиН 2.2.2/2.4.1340–03. «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы» временные допустимые уровни электромагнитного излучения, создаваемые персональными компьютерами на рабочих местах:

- при напряженности электрического поля в диапазоне частот 5 Гц–2 кГц – 25 В/м;
- при напряженности электрического поля в диапазоне частот 2 кГц–400 кГц – 2,5 В/м;
- при напряженности электростатического поля – 15 кВ/м.

Для рационального воздействия электромагнитного излучения необходимо правильно располагать экран компьютера по высоте и удаленности от глаз человека. Эти требования так же прописаны в СанПиН 2.2.2/2.4.1340–03.

«Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы».

К средствам коллективной защиты обслуживающего персонала относятся стационарные экраны (различные заземленные металлические конструкции – щитки, козырьки, навесы сплошные или сетчатые, системы тросов) и съемные экраны.

В качестве средств индивидуальной защиты от электромагнитных полей промышленной частоты служат индивидуальные экранирующие комплекты [40].

5.2.5 Умственное перенапряжение

Однообразие трудовых операций или трудовой обстановки оказывают влияние на работника. Основные отрицательные последствия монотонного труда: физическая тяжесть, нервная напряженность труда, сложность перерабатываемой информации, однонаправленное снижение уровня показателей сердечно-сосудистой системы и центральной нервной системы, рассеянность внимания, проявление сонливости, повышение заболеваемости, снижение работоспособности и производительности труда.

Умственное напряжение является нормальным рабочим состоянием, возникающим под влиянием трудовой деятельности. Однако вследствие действия некоторых особенностей деятельности, в которых она протекает, оно может существенно возрастать. Такими особенностями являются физиологический дискомфорт, страх, дефицит времени, повышенная значимость ошибочных действий, наличие помех, дефицит или избыток информации.

5.2.6 Обоснование мероприятий по защите исследователя от действий опасных и вредных факторов

В соответствии с выявленными вредными и опасными факторами при выполнении исследования, необходимо разработать мероприятия по снижению воздействия таких факторов на работающего.

При нарушении микроклимата на рабочем месте необходимо принять следующие меры: проветривать помещение, использовать кондиционер при повышенной или пониженной температуре на рабочем месте, применять вентилятор для лучшей циркуляции воздуха.

Превышение уровня шума на рабочем месте при использовании ПК невозможно, так как современные компьютеры имеют уровень звукового давления ниже нормы. При повышенной чувствительности рабочего можно использовать наушники или беруши [46].

Освещенность на рабочем месте играет важную роль. Для поддержания оптимального уровня освещенности желательно, чтобы на рабочее место был направлен прямой свет, и вокруг имелось фоновое освещение. На рабочем месте источником естественного света являются окна, свет из которых направлен прямо на место работы, а в качестве фонового освещения используются стандартные офисные лампы.

При превышении электромагнитного излучения от персонального компьютера необходима его замена для предотвращения воздействия на человека.

В соответствии с СанПиН 2.2.2/2.4.1340–03. «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы» необходимо правильно организовывать рабочее пространство. Для профилактики переутомления на рабочем месте в учреждениях высшего профессионального образования необходимо выполнять упражнения для глаз, проводить перерывы не менее 15-ти минут, обязательно проветривать помещение во время перерывов и проводить физкультурные паузы.

5.3 Экологическая безопасность

Охрана окружающей среды – это комплекс мер, которые предназначены для ограничения отрицательного влияния деятельности человека на окружающую среду.

Обеспечение экологической безопасности на территории РФ, формирование и укрепление экологического правопорядка основаны на действии Федерального закона от 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды».

Проектируемое решение не оказывает влияния на окружающую среду, поскольку является электронной разработкой. Но в процессе работы задействованы составляющие рабочего процесса и организации рабочего места: ПК, люминесцентные лампы, макулатура. Целесообразно рассмотреть их правила утилизации, поскольку это является важной составляющей работы организации.

Утилизация компьютеров и оргтехники необходима из-за наличия в устройствах опасных для окружающей среды веществ, таких как:

- ртуть;
- кадмий;
- мышьяк;
- свинец;
- цинк;
- никель и другие.

Утилизация компьютерного оборудования осуществляется по специально разработанной схеме, которая должна соблюдаться в организациях:

1. Создается комиссия, которая принимает решение о списании техники.
2. Разрабатывается приказ о списании устройств.
3. Составляется акт утилизации, основанного на результатах технического анализа, который подтверждает негодность оборудования для дальнейшего применения.
4. Формируется приказ на утилизацию.
5. Утилизацию оргтехники обязательно должна осуществлять специализированная фирма.
6. Получается специальная официальная форма, подтверждающая утилизацию.

Люминесцентные лампы содержат ртуть в количестве от 2,3 мг до 1 г и относят к отходам 1 класса опасности. Прием, транспортировку и утилизацию отработанных ртутьсодержащих ламп осуществляют специализированные организации.

Для того, чтобы отправить макулатуру на переработку необходимо рассортировать бумажные отходы: бумага, картон. Далее макулатура сдается в специальный пункт приема и передается в специализированные организации [47].

5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Основным рабочим местом является офисное помещение, находящиеся в административном здании.

С учетом специфики работы и наличием вычислительной техники в помещении наиболее вероятно возникновение пожара, под которым понимается вышедший из-под контроля процесс горения, обусловленный возгоранием вычислительной техники и угрожающий жизни и здоровью работников.

Причинами возгорания при работе с компьютером могут быть:

- токи короткого замыкания;
- неисправность устройства компьютера или электросетей;
- небрежность оператора при работе с компьютером;
- воспламенение ПК из-за перегрузки.

При нахождении на рабочем месте необходимо соблюдать следующие правила поведения:

- сохранять спокойствие при возникновении пожара;
- покинуть помещение, воспользовавшись эвакуационным выходом;
- при задымлении помещения дышать через влажную ткань и передвигаться максимально близко к полу.

При обнаружении пожара следует немедленно сообщить об этом по телефону 01 или 112 и спокойно доложить: что горит, чему угрожает; адрес объекта; есть ли опасность для людей; назвать свою фамилию; немедленно обесточить всю электротехнику в помещении; обеспечить эвакуацию людей. Сообщение продублировать директору, работнику службы безопасности, руководителю и приступить к тушению пожара огнетушителями, подручными средствами. Подготовить к эвакуации материальные ценности, документацию.

Слушать распоряжения руководителя, организованно покинуть здание. Рассмотреть вариант эвакуации через запасные выходы, пожарную лестницу, соседние помещения.

Организовать встречу подразделений пожарной охраны.

При невозможности покинуть здание (задымление, высокая температура) плотно закрыть дверь помещения, уплотнить тканью щели, вентиляционные отверстия, открыть окно и ждать пожарных. Следует запомнить, что при задымлении над полом воздух более чист. Это может пригодиться при эвакуации или в ожидании помощи.

При ожоге огнем пользоваться раствором марганцовокислого калия, который находится в аптечках.

Заключение

При выполнении магистерской диссертации необходимо учитывать её социальное значение. Так как научно-исследовательские работы выполняются преимущественно в офисных помещениях, необходимо обеспечивать безопасность сотрудников на рабочем месте. Социальная значимость данной работы однозначно определена.

В разделе «Социальная ответственность» рассмотрены опасные и вредные производственные факторы, которые могут возникать на рабочем месте. Определены их источники возникновения, оптимальные показатели, а также воздействия этих факторов, средства и методы защиты от них. Благодаря методам и средствам защиты, происходит снижение воздействия вредных и опасных факторов на физическое и психическое состояние человека, что способствует увеличению его работоспособности и повышению качества работы.

Кроме того, в разделе рассмотрены источники воздействия на окружающую среду. Освещены меры снижения воздействия на нее путем утилизации составных частей компьютерной техники, литий-ионных аккумуляторов и батарей, люминесцентных ртутьсодержащих ламп. Таким образом, была обеспечена экологическая безопасность при выполнении

данной работы.

При выполнении работы были выявлены основные источники и виды возникновения чрезвычайной ситуации на рабочем месте, а также отражены правила поведения при возникновении пожара [45].

Заключение

Исходя из выполненных исследований было выявлено, что при существующих недостатках, таких как высокая цена оборудования и программного обеспечения, БПЛА обладают рядом преимуществ перед другими методами сбора информации для геодезических изысканий. Это высокое разрешение на местности, низкая стоимость по сравнению с традиционными методами аэрофотосъемки, сокращение временных затрат, экологическая безопасность, возможность выбора времени суток и погодных условий для проведения полетов, сокращение трудозатрат.

Установлено, что применение БПЛА при выполнении инженерно-геодезических изысканий для газификации является не обособленным методом, однако, значительно сокращает временные затраты для создания топографической основы, тем самым ускоряя процесс проведения геодезических изысканий, а значит и газификации в целом.

Апробация предложенной методики камеральных работ реализована на основе аэрофотосъемки территории п. Зональная Станция для целей газификации. В ходе выполнения работ были выявлены следующие проблемы:

- недостаточная видимость планового высотного обоснования ввиду большого количества растительности;
- не учтены все факторы при выполнении географической привязки влияющие на её точность и минимальную ошибку;
- при выгрузке ортофотоплана могут возникнуть сложности при выборе неподходящего формата;
- при дешифрировании объектов на ортофотоплане некоторые снимки были подобраны некорректно, ввиду искажения снимков, что сказалось на трудозатратах.

На основании вышеупомянутого были составлены рекомендации, которые помогут избежать данных проблем и ускорить процесс построения топографического плана на основе аэрофотосъемки.

Топографический план, построенный на основе аэрофотосъемки с БПЛА Phantom 4 Pro V2.0 полностью соответствует действующим нормам точности.

Список используемых источников

1. AERONEXT : официальный сайт. – Москва. – Обновляется в течении суток. – URL: <https://zakupki.gov.ru/epz/main/public/home.html> (дата обращения: 15.05.2023). – Текст : электронный.
2. ЕИС Закупки : официальный сайт. – Москва. – Обновляется в течении суток. – URL: <https://zakupki.gov.ru/epz/main/public/home.html> (дата обращения: 15.05.2023). – Текст : электронный.
3. Газпром межрегионгаз : официальный сайт. – Санкт-Петербург. – Обновляется в течении суток. – URL: <https://mrg.gazprom.ru/> (дата обращения: 15.05.2023). – Текст : электронный.
4. eLIBRARY.RU: научная электронная библиотека : сайт. – Москва, 2000-2023. – URL: <https://elibrary.ru/> (дата обращения: 30.04.2023). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст: электронный.
5. Scopus Preview: научная электронная библиотека : сайт. – USA, 2004-2023. – URL: <https://www.scopus.com/> (дата обращения: 30.04.2023). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст: электронный.
6. Середович, В. А. Перспективные средства сбора геодезической информации / В. А. Середович, Д. А. Ферулев. – Интерэкспо Гео-Сибирь, 2006. – Т.1. – С. 152-166
7. Чандра, А. М. Дистанционное зондирование и географические информационные системы / А. М. Чандра, С. К. Гош. – Москва : Техносфера, 2008. – 312 с.
8. Береговой Д. В. Создание топографических планов на основе данных съемки с беспилотного летательного аппарата и автоматизации процесса дешифрирования: Дис. Канд. тех. наук: 25.00.32 / Д. В. Береговой. – Санкт-Петербург, 2018 – 136 с. – Текст: непосредственный
9. Власов, С. А. Методы и алгоритмы построения фотоплана местности посредством аэрофотосъемки с помощью беспилотного летательного

аппарата: автореферат Дис. Канд. тех. наук: 05.13.01 / С. А. Власов. – Орел, 2016 – 16 с. – Текст: непосредственный

10. Захлебин, А. С. Методика построения ортофотопланов местности с помощью беспилотного квадрокоптера, оснащенного навигационным геодезическим приемником / А. С. Захлебин // Управление, вычислительная техника и информатика. – 2021. – № 3. – С. 44-49.

11. Об утверждении Федеральных правил использования воздушного пространства Российской Федерации (с изм. и доп., вступ. в силу с 09.06.2021) : постановление Правительства РФ от 11.03.2010 N 138 (ред. от 02.12.2020). – URL: <http://www.consultant.ru>. – Текст : электронный.

12. Об утверждении Правил учета беспилотных гражданских воздушных судов с максимальной взлетной массой от 0,15 килограмма до 30 килограммов, ввезенных в Российскую Федерацию или произведенных в Российской Федерации : постановление Правительства РФ от 25 мая 2019 г. N 658. – URL: <http://www.consultant.ru>. – Текст : электронный.

13. Применение беспилотных технологий для совершенствования мониторинга земель / - Кадастр недвижимости и мониторинг природных ресурсов : сайт. – URL: <https://www.kadastr.org/conf/2015/pub/monitprir/prim-bespilot-tehnol-soversh-monitoringa-zemel.htm>. – Текст : электронный.

14. Техника безопасности полетов на дронах / Сайт Cornu – официальный диллер DJI в России : сайт. – URL: <https://cornu.ru/tehnika-bezopasnosti-poletov-na-dronax/>. (дата обращения 20.03.2023) – Текст : электронный.

15. Airbus VSR700 prototype unmanned helicopter performs first flight / Urban air mobility : сайт. – URL: <https://www.urbanairmobilitynews.com/experimental-craft/airbus-vs700-prototype-performs-first-flight/>. (дата обращения 20.03.2023) – Текст : электронный.

16. DJI gets down to business with Mavic 2 Enterprise edition / New atlas : сайт. – URL: <https://newatlas.com/dji-mavic-2->

enterprise/56999/?itm_source=newatlas&itm_medium=article-body. (дата обращения 22.03.2023) – Текст : электронный.

17. DJI Phantom 4 TEO RTK PPK AGNSS / Teodrone : сайт. – URL: <https://teodrone.ru/>. (дата обращения 22.03.2023) – Текст : электронный.

18. Типы беспилотных летательных аппаратов. Обзор / Aviatest : сайт. – URL: <https://aviatest.aero/articles/tipy-bespilotnykh-letatelnykh-apparatov-obzor/>. (дата обращения 22.03.2023) – Текст : электронный.

19. Характеристики дрона Phantom 4 Pro V2.0 / Официальный сайт DJI : сайт. – URL: <https://www.dji.com/ru/phantom-4-pro-v2/specs>. (дата обращения 31.03.2023) – Текст : электронный.

20. Абрамов В. И. Использование беспилотных летательных аппаратов при проведении инженерно-геодезических изысканий / В. И. Абрамов. – Текст: непосредственный // Теория и практика современной науки. – 2023. – Вып. 5 (95). – С. 242-248.

21. Методические рекомендации по производству аэрофототопографических работ с использованием беспилотных летательных аппаратов при изысканиях в целях строительства и реконструкции автомобильных дорог : (ОДМ 218.9.017-2019) : официальное издание: издан на основании Распоряжения Росавтодора от 29.07.2019 N 1982-р. – Москва : Росавтодор, 2021 – 56 с. - Текст: непосредственный.

22. Свод правил при проведении инженерно-геодезических изысканий для строительства : (СП 317.1325800.2017) : официальное издание : утверждены приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации (Минстрой России) № 1702/пр от 22.12.2017 г.: введены в действие 23.06.18. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/556610334> (дата обращения 26.01.2023). - Текст : электронный.

23. ГОСТ Р 51833-2001. Фотограмметрия. Термины и определения: дата введения 2002-07-01. - URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200028874> (дата обращения: 12.02.2023). - Текст : электронный.

24. Камнев, И. С. Исследование точности современных методов измерения / И. С. Камнев, В. А. Середович. – Новосибирск: Интерэкспо Гео-Сибирь, 2016. - № 2, Т. 1. - С. 135-140

25. Мазуров, Б. Т. Совершенствование информационной базы региональных ГИС для инвентаризации и картографирования природных ресурсов / Б. Т. Мазуров, О. Н. Николаева, Л. А. Ромашова // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. — 2012. — № 2—1. — С. 130—133.

26. Лабутина, И. А. Дешифрирование аэрокосмических снимков / И. А. Лабутина : учебное пособие для студентов вузов. — М.: Аспект Пресс, 2004 — 184 с.

27. Кочнева, А. А. Методика построения цифровых моделей рельефа по данным воздушного лазерного сканирования / А. А. Кочнева // Вестник СГУГиТ. — 2017. — № 2 (22). — С. 44—54.

28. Дедова, Т. В. Создание топографических карт на основе аэрофотосъемки для мониторинга экологических проблем по магистральному газопроводу / Т. В. Дедова, А. Б. Исаханова // Гидрометеорология и экология. — 2011. — № 4. — С.53—64.

29. Ковач, Н. С. Картографирование линейных инженерных объектов по данным лазерного сканирования / Н. С. Ковач // Вестник Московского ун-та — 2013. — № 1. — С. 47—54.

30. Кузин, А. А. Технология оценки точности и достоверности цифровых моделей рельефа оползнеопасных склонов по данным воздушного лазерного сканирования / А. А. Кузин, С. В. Ковшов, Ф. А. Орлов // Научные исследования. — 2017. — № 1 (12). — С. 10—13.

31. Знаки пожарной безопасности / Сайт Домзнак : сайт. – URL: <https://domznak.ru/znaki-bezopasnosti/pozharnye/?pg=2>. (дата обращения 25.05.2023) – Текст : электронный.

32. Парначёв, В. П. Геология и полезные ископаемые окрестностей города Томска / В. П. Парначёв, С. В. Парначёв. – Томск: Томский государственный университет, 2010. – 144 с. - ISBN 5-94621-308-3

33. Департамент природных ресурсов и охраны окружающей среды Томской области : официальный сайт. – Томск. – Обновляется в течении суток. – URL: <https://green.tsu.ru/> (дата обращения: 05.04.2023). – Текст : электронный.

34. Условные знаки для топографических планов масштабов 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500 : официальное издание : утверждены ГУГК при совете министров СССР 25.11.1989 : введены в действие 1989. – Москва : «Недра», 1989. – 252 с.

35. Свод правил при проведении инженерно-геодезических изысканий для строительства : (СП 11-104-97) : официальное издание : утвержден Государственным комитетом Российской Федерации по жилищной и строительной политике (Госстрой России): введены в действие 01.01.1998. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/871001219> (дата обращения 20.01.2023). - Текст : электронный.

36. Руководство пользователя Agisoft Metashape / Официальный сайт Agisoft : сайт. – URL: https://www.agisoft.com/pdf/metashape-pro_1_8_ru.pdf. (дата обращения 18.04.2023) – Текст : электронный.

37. Описание программы Pythagoras / Официальный сайт ПНГео : сайт. – URL: <http://www.pngeo.ru/index.html>. (дата обращения 20.04.2023) – Текст : электронный

38. Обзор программы Autodesk AutoCAD / Junior – сайт о 3D : сайт. – URL: <https://junior3d.ru/article/Autodesk-AutoCAD.html>. (дата обращения 20.04.2023) – Текст : электронный

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

40. 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.

41. 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.

42. 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.

43. 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.

44. 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.

45. 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.

46. 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.

47. Санитарные правила СП 52.13330.2016 "Естественное и искусственное освещение" : приказ Министерства строительства и жилищно

коммунального хозяйства РФ от 07.12.2016 №777/пр - URL:
<https://docs.cntd.ru/document/456054197>. – Текст : электронный.

Приложение А
(справочное)

**Application of UAVs when performing engineering and geodetic surveys for
gasification of Zonalnaya Stantsiya village**

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2УМ11	Галкин Антон Анатольевич		

Руководитель выпускной квалификационной работы

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Крамаренко В.В.	Кандидат геолого- минералогических наук		

Консультант-лингвист кафедры иностранных языков

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

1 Organization of UAV flights Permissive order of flights on the territory of the Russian Federation.

In general, the flights of unmanned aerial vehicles (UAV) today refer to the activities of the use of airspace. According to Chapter I of the "Federal Rules for the Use of the Russian Federation Airspace", approved by Government Decree of 11.03.2010 N 138 (hereinafter the Federal Rules), the use of airspace is an activity in which various material objects (aircraft, missiles and other objects) as well as other activities (construction of tall buildings, activities during which electromagnetic and other events occur) are transferred through airspace. The term "safety in the use of airspace" refers to a comprehensive characteristic of the established procedure for the use of airspace, defining its ability to ensure the performance of all types of activities related to the use of airspace without threat to human life and health or damage to the State, citizens and legal entities, i.e. to ensure safe use of airspace it is necessary to comply with the procedure for its use. And since UAV flights are related to airspace use activities, the Federal Rules establish a permissive procedure for UAV flights, which does not depend on the class of airspace (A, C or G) where the flight is performed.

According to the Federal Rules, the permissive airspace use procedure is the procedure for airspace use whereby airspace users operate based on plans (schedules, timetables) for airspace use subject to airspace use authorization. Thus, to use the airspace, it is necessary to obtain permission from the Russian Unified Air Traffic Management System (hereinafter referred to as "UAVS") center to use the airspace and to send the submitted flight plan to the UAVS centers. By this time, the UAV must be registered [1].

Since the UAV used in this work - Teodrone DJI Phantom 4 Pro V2.0 quadcopter - belongs to unmanned civil aircraft with a maximum takeoff weight from 0.25 kg to 30 kg, imported to the Russian Federation, it is subject to accounting according to the UAV accounting rules approved by the Russian Federation Government Resolution № 658 dated May 25, 2019. Thus, within 10 days from the

date of purchase of an LBC an application for its registration is submitted simultaneously with photos of the LBC. Within the same period - 10 days - from the date of submission of the application registration is performed directly - a registration number is assigned to the ABC, and the applicant is sent a notice of the registration of his ABC. Registration number is applied by the applicant to the TDF body before its use in such a way as to ensure the safety and readability of the number when exposed to external factors, as well as in case of destruction of the TDF [13].

In the same way, the quadcopter used in the work was registered. Then, permission was obtained for it from the EU ATM center and a flight plan-telegram was provided using the website of FSUE "State Corporation on Air Traffic Management". This website makes it possible to independently register in the System of Submission of Flight Plans via the Internet and the telephone network (SPPI) and to send requests to the operational bodies of the EC ATM for the establishment of temporary and local regimes, as well as the aircraft flight plan for the owners of aircrafts with a maximum take-off weight of 0.25 kg to 30 kg, which have passed the procedure of registration of aircrafts in the Russian Federation. There is another way to submit the flight plans to the EC ATM centers - by e-mail or fax.

In addition to the above documents, when flying within the airspace above a populated area, the airspace user (the UAV user), in accordance with paragraph 49 of the Federal Rules, must additionally obtain permission from the local government of such a populated area (or the local government of the municipality to which the populated area belongs). Since in this work the flights were carried out within the airspace over Tomsk, namely over the Polytechnic Stadium, permission was obtained from the Administration of Tomsk by sending a letter to the Administration and the Administration's response to it.

At the same time, according to clause 52 of the Federal Rules, UAV airspace is used by means of establishing temporary and local regimes and short-term restrictions in the interests of airspace users organizing UAV flights. At the same time, according to Clause 52(1) of the Federal Rules, the provisions of Clause 52 of

the Federal Rules do not apply to visual flights by unmanned aircraft with a maximum take-off weight of up to 30 kg carried out within line of sight in daylight hours at altitudes below 150 m from the land or water surface:

- outside the control areas of civil aviation airfields, areas of airfields (heliports) of state and experimental aviation, prohibited areas, flight restriction zones, special zones, the airspace above places of public events, official sports competitions, as well as security events held in accordance with the Federal Law "On State Protection";

- at a distance of at least 5 km from control points of uncontrolled airfields and landing sites.

However, since the flights in this work were supposed to be conducted within the airspace over the Polytechnic Stadium, which is a venue for sports competitions, flights over this area do not automatically fall under the provisions of paragraph 52(1) of the Federal Rules. For this reason, in accordance with clause 52 of the Federal Rules, in order to carry out flights, the Novosibirsk regional center of the ECTS - Novosibirsk - was sent a proposal to establish a temporary regime, which was subsequently approved - the temporary regime was established [1].

Thus, as a result of the preparation of all necessary documentation, the UAV user is allowed to conduct the intended flights. Since all necessary documentation has been sent to the relevant institutions and all approvals have been obtained, the flights with the Phantom 4 Pro V2.0 could be carried out as part of this work.

1.1 Flight safety

Ensuring the lawful use of airspace is crucial to the conduct of flights, but equally important is ensuring the ability to conduct flights, which depends directly on safety - the absence and/or prevention of common factors and accidental causes that may interfere with flights. These factors and causes are manifold in their manifestations, so safety must be provided at different levels and by different means.

So, one of the main adverse factors is meteorological conditions within the study area, in other words, weather conditions. Unfavorable meteorological conditions include wind speed of more than 10 m/s and/or sharp gusts, rain, rapid change of weather, approaching thunderstorm front, etc., when they appear it is necessary to immediately terminate the flight, and to avoid getting into such situation it is necessary to follow the weather forecast 2-5 days before the start of flights and on the day of their implementation.

Another unfavorable factor is birds, whether birds flying by or birds mistaking the drone for prey and attacking it. This factor can only be predicted indirectly by not flying into nesting sites, etc., and in most cases, it is impossible to predict bird behavior.

The third factor is static obstacles, which include poles, wires, antennas, buildings, trees, and many others. To avoid a collision, it is necessary at the stage of preparing the flight plan to build it in such a way that no obstacles appear in the way of the drone. The easiest way to avoid them is to choose a higher altitude than any of the ground objects.

The fourth factor that badly affects the quality of shooting is air temperature below 0°C in winter, late autumn or early spring. This factor is not one that prohibits drone operation, so the recommendations for safe flying at this time are to keep the battery(s) at temperatures above 17°C before flying, monitor the weather, predict a faster battery discharge than in normal conditions.

The fifth unfavorable factor is radio noise, which can lead to loss of communication between the operator and the drone. This factor is especially evident within high rise urban areas, as well as near radio stations and radars. In order to avoid radio noise, just as to avoid collisions with objects, it is necessary to build a flight plan considering all obstacles at a certain altitude, higher than any of the objects that interfere with communication.

The sixth factor is a wrong choice of takeoff and/or landing surface (can be different), when the drone can tilt and catch the surface with the propeller or the propellers can get grass, branches. To prevent this factor, it is necessary to choose,

firstly, a hard (asphalt, concrete), secondly, flat (sub-horizontal surface) and, thirdly, a surface on which there is no grass, branches and debris.

In addition to general factors, flight safety can be affected by random causes, predictable and those that cannot be predicted. The former include propeller firing off when the propeller is not properly or sufficiently secured to the shaft; auto landing away from the start/finish point when the battery is low; flying out of sight and flying in the opposite direction to the camera lens, in or out of sight; CSC stick combination on the control panel during flight, leading to engine shutdown and many others. These causes should be calculated and considered in advance, before the flight, in order to avoid their occurrence.

Accidental causes, which cannot be predicted, can be many causes, including those belonging to the first group, but already considered - caused by human factors: inattention, panic, haste, carelessness - or technical problems in the drone hardware or software, which were not identified during the inspection [2].

Nevertheless, whatever the factors or causes that lead to bad consequences, there are many factors and ways to prevent them. First among them is the operator's attention and concentration, even with little flight experience a responsible operator is able to take off, fly and land the drone under guidance. That said, flight experience is also an important factor in preventing causes that interfere with flight performance.

An important factor is also the technical equipment of the drone. It includes instruments: gyroscope, accelerometer, rangefinder, barometer, compass, GPS, video camera (video cameras); systems, such as security system, which includes video cameras for obstacle detection, software and hardware control system, duplicate sensors, ADS-B signal receivers from aircraft, temperature sensors, etc. Safety system functions: interlocks (prohibition on takeoff with a faulty, low battery, prohibition on takeoff in the red zone, the inability to fly into the red zone, control excess altitude in the current mode of flight, control excess distance from the operator to the drone, in the current mode, blocking start motors in the absence of a screw (improper installation), etc.), operator warnings and automatic control of the

drone (without the operator). Technical equipment of the drone is designed to facilitate the operator's work, taking over a lot of functions, including those that make up the main difficulties in the implementation of the flight. That is why even a novice under the guidance of a professional can carry out flights and quickly gain the necessary experience.

In addition to all of the above, an important component of drone flight safety is the algorithm of actions before the flight. Firstly, when the operator is ready to go to the area under study and perform the flight, it is necessary to assess the meteorological conditions and decide about the flight right away. If the weather is favorable, it is necessary to clarify the correctness of settings in the application on the control device (smartphone, tablet) concerning the characteristics of the flight: flight altitude, return, mode of obstacle circling, sensors, etc. Next you need to check the equipment set: drone, propellers, charged battery (batteries) of drone and control panel, formatted memory device, additional equipment (GNSS antenna, etc.). Also, an important part of the preparation is compass calibration, which is performed using the application on the control device and represents the rotation of the drone around its various own axes [3].

2 Classification, varieties and characteristics of UAVs

An unmanned aerial vehicle is an artificial mobile object, usually reusable, that has no crew (human pilot) on board and is capable of moving independently and purposefully in the air to perform various functions in autonomous mode or by remote control.

The use of drones in different sectors of the economy helps save material, time, financial and labor resources. UAVs are used as an alternative to manned aviation in solving some typical tasks and as a new tool to perform measurements and surveys, in particular geodetic works. UAV mapping is less expensive compared to classical methods (both financially and in terms of time) and more productive. A lot of experience of UAV application for geodetic and cartographic tasks is

accumulated, but there are few scientific and methodological works that systematize it [4].

There are four main types of drones in terms of variety of design:

- Multi-rotor - multicopter drones;
- A drone with a fixed wing;
- A single-rotor drone is an unmanned helicopter;
- Hybrid Drones.

Multicopter drones are the most common types of drones used by professionals and amateurs alike. Such a drone is a flying platform with 3, 4, 6, 8, 12 motorless motors with propellers. So, the drone with four motors is called - Quadcopter, with six - Hexacopter, with eight - Octocopter. In flight, the drone holds a horizontal position relative to the ground and can hover over a certain place, move left, right, forward, backward, up and down, as well as rotate around its axis. All actions are performed by changing the thrust on each motor.

The market segment for such devices is diverse, with multi-rotor drones for professional use, such as aerial photography, which can range in price from \$500 to \$3,000. But there are many models for hobby use, such as amateur drone racing or leisure flying, in the \$50 to \$400 USD price range. Of all the types of drones, multicopter drones are the easiest to build and the cheapest.

Although multicopter drones are simple to build and relatively cheap, they have many drawbacks. The main ones are limited flight time, limited payload and low speed. They are not suitable for large-scale projects, such as aerial photography of large areas. The main problem with multicopters is that they have to spend a huge amount of their energy fighting gravity and stabilizing the vehicle in the air. Currently, most multirotor drones are only capable of flying for 20 to 30 minutes with a minimal payload such as a video camera.

Advantages: vertical takeoff, possibility to hover over the object [5].



Figure 1 - Multi-rotor drones (1 - quadcopter, 2 - hexacopter, 3 - octocopter) [5]

Unmanned aerial vehicles with a fixed wing (Fig. 2) are completely different in design from vehicles with multiple rotors. They use the "wing" to fly, and to create lift, as conventional aircraft do. These drones cannot hover in place in the air, fighting gravity. Instead, they can move forward on a set course and as long as their power source allows.



Figure 2 - Sentera's Phoenix 2 fixed-wing drone [4]

Most fixed-wing drones have an average flight time of a couple of hours. Drones with a gas engine can fly for up to 16 hours or more. Because of their higher flight time and fuel efficiency, fixed wing drones are ideal for long-range operations (whether mapping or surveillance). But they cannot be used for aerial photography, where the drone must remain stationary in the air for a certain period of time.

Other disadvantages of fixed-wing drones are the higher cost of training personnel to fly them. It is not easy to get a fixed wing drone into the air. To launch and lift a fixed wing drone into the air requires either a special "runway" or a catapult launcher. A runway, parachute or net will also be required to land the drone safely back on the ground.

Single-rotor drones (Figure 3) are also very similar in design to real helicopters. Unlike a multi-rotor drone, a single-rotor drone has one large lead propeller plus a smaller propeller on the tail to control the course. Single-rotor drones are much more efficient than multi-rotor versions. They have higher flight times and

can even be powered by internal combustion engines. In aerodynamics, the smaller the number of propellers, the less overall rotation of the object. And this is the main reason why quadcopters (4 propellers) are more stable than octopters (8 propellers). In this sense, single-rotor drones are much more efficient than multi-rotor drones.

But there are also disadvantages to single-rotor drones. These machines, due to their more complex design, have a high cost and operating costs. They also require special training of personnel to operate them. The large size of the main rotor blades is dangerous. There have been recorded accidents of fatal injuries caused by the propeller of a radio-controlled helicopter. For example, multi-rotor drones have never yet been involved in fatal accidents, although it is quite possible to scar a human body from a multi-rotor drone propeller.



Figure 3 - Airbus VSR700 single-rotor drone with a diesel engine [3]

Hybrid UAVs (Figure 4) combine the advantages of fixed-wing models, such as - higher flight time, with the advantages of propeller-based models - the ability to hover. Hybrid aircraft designs have been designed since the 1960s, but have not had much success. However, with the advent of new generation sensors (gyroscopes and accelerometers) hybrid design got a new life and direction of development [4].



Figure 4 - Hybrid quadcopter "Vtol" with fixed wing [3].

In practice, as a rule, UAVs weighing up to 10-15 kilograms are used for aerial photography (micro-, mini UAVs and light UAVs). This is due to the fact that increasing the take-off weight of the UAV increases the complexity of its development and, accordingly, the cost, but decreases the reliability and safety of operation. The fact is that when landing the UAV releases energy $E = mv^2 / 2$, and the greater the mass of the vehicle m , the greater its landing speed v , that is, the energy released upon landing increases very rapidly with increasing mass. And this energy can damage both the UAV itself and the property on the ground.

The unmanned helicopter and multicopter do not have this disadvantage. Theoretically, such a vehicle can be landed at any low approach speed to Earth. However, unmanned helicopters are too expensive, and copters are not yet capable of flying long distances, and are used only for shooting local objects (individual buildings and structures) [5].

2.1 Specifications of the Teodrone Phantom 4 Pro V2.0 UAV used for operation - DJI.

The world's first mass-produced quadcopter for surveying with the AShot synchronization module and AGNSS L1/L2 GNSS board, designed specifically for the Phantom 4 Pro V2.0 DJI (Fig. 5). The control interface of the quadcopter is simple and intuitive. The flight time of the quadcopter is up to 26 minutes, which allows to perform a significant amount of AFS in one flight: 90 ha at 4.5 cm/pixel or 10 km distance.

The drone's capabilities include circling up to 2,250 hectares in 1 day of light, which is a record in this class of survey quadcopters.

A spiral, high-sensitivity L1/L2 geodetic GNSS antenna installed in the center of the quadcopter was used. In combination with the TEOBOARD distribution board, it is possible to receive a high-quality GNSS signal in any weather and time of day.

Thanks to the built-in GNSS L1/L2 receiver, you can almost completely eliminate the need for ground signs for image referencing - one landmark is needed to calibrate the camera focus (to refine the altitude).

Thanks to the camera shutter synchronization module - AShot, which transmits the photometric without delay to the GNSS L1/L2 board, you can get the exact coordinates of the photo centers (up to 2 cm).

Photo interval of 1.3 and 1.8 seconds.

Eliminates skipping photos and, as a result, eliminates "white" spots during processing.

The final accuracy of a digital terrain model using a single ground marker is 2-5 cm in plan and up to 7 cm in height at a flight altitude of 150 meters and speed up to 10 m/s, which gives a resolution of 4.5 cm/pix.

The built-in radio beacon of Tigromukh provides an easy search for the quadcopter in case of an emergency situation or a fall. The beacon is activated by a

call from the VHF radio. The coordinates of the beacon are transmitted by voice to the VHF radio [6].

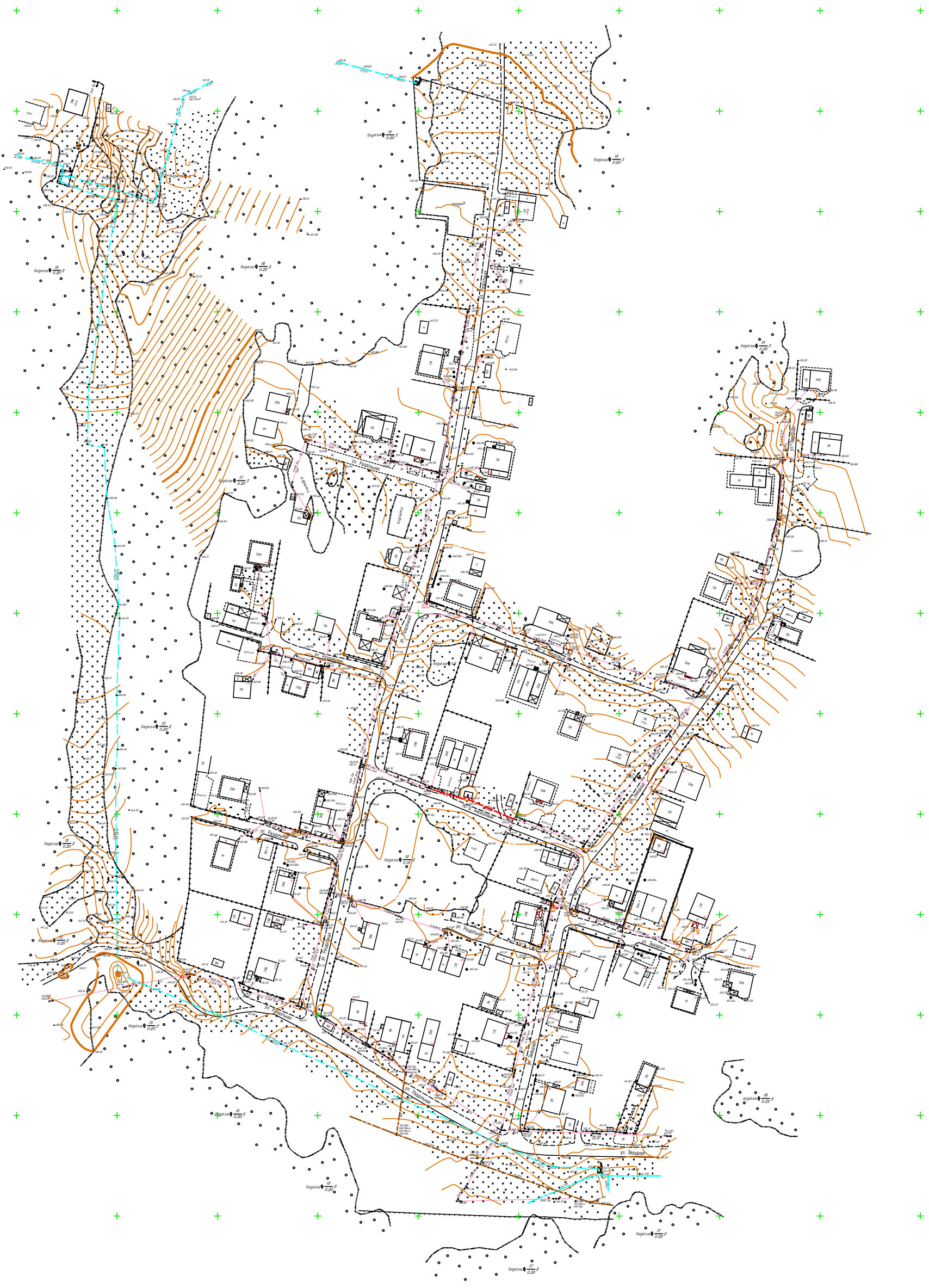


Figure 5 - DJI's Teodrone Phantom 4 Pro V2.0 UAV [7]

List of used literature:

1. On approval of Federal Rules of Russian Federation Airspace Use (with amendments and additions, in force from 09.06.2021) : Decree of RF Government from 11.03.2010 N 138 (ed. from 02.12.2020). - DOI: <http://www.consultant.ru>. - Text : electronic.
2. On approval of the Rules of accounting of unmanned civil aircraft with a maximum take-off weight of 0.15 kilograms to 30 kilograms, imported into the Russian Federation or produced in the Russian Federation : Decree of the Government of the Russian Federation of 25 May 2019 N 658. - DOI: <http://www.consultant.ru>. - Text : electronic.
3. DJI Phantom 4 TEO RTK PPK AGNSS / Teodrone : Website. - DOI : <https://teodrone.ru/>. (accessed 22.03.2023) - Text : electronic.
4. Types of drones. Overview / Aviatest : site. - DOI : <https://aviatest.aero/articles/typy-bespilotnykh-letatelnykh-apparatov-obzor/>. (accessed 03/22/2023) - Text : electronic.
5. Chen, X. Review of Unmanned Aerial Vehicle Swarm Communication Architectures and Routing Protocol / X. Chen, J. Tang, S. Lao. - Text : electronic // College of Systems Engineering. - 2020. - Vol. 39. - P. 52-85. - DOI: https://www.researchgate.net/publication/341645963_Review_of_Unmanned_Aerial_Vehicle_Swarm_Communication_Architectures_and_Routing_Protocols
6. DJI gets down to business with Mavic 2 Enterprise edition / New atlas : website. - DOI : https://newatlas.com/dji-mavic-2-enterprise/56999/?itm_source=newatlas&itm_medium=article-body. (accessed 03/22/2023) - Text : electronic.
7. Phantom 4 Pro V2.0 specifications / DJI Official Website : Website. - DOI : <https://www.dji.com/ru/phantom-4-pro-v2/specs>. (accessed 03/31/2023) - Text : electronic.

Приложение Б



Система координат: МСК 70 зона 4
 Система высот: Балтийская 1977г.
 Сечение рельефа: через 0.5м

Согласовано

Инв. ? подл. Подпись и дата
 Инв. ? подл. Подпись и дата
 Инв. ? подл. Подпись и дата

10-2022-06-ИГДИ					
Сеть газораспределения низкого давления с газопроводами-вводами ул. Раздольная, ул. Звездная, проезд Кедровый, проезд Бирюзовый, в п. Зональная Станция Томского района Томской области					
Изм.	Кол.уч.	Лист	док.	Подпись	Дата
Разраб.	Константинова И.В.				10.2022
нач.отдела	Вавилов А.В.				10.2022
				Инженерно - геодезические изыскания	Стадия
				Обзорный план	Лист
				ООО "СПТЦ"	Листов
				П	1
				1	