ОДМ 218.9.017-2019

ОТРАСЛЕВОЙ ДОРОЖНЫЙ МЕТОДИЧЕСКИЙ ДОКУМЕНТ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ДОРОЖНОЕ АГЕНТСТВО
РОСАВТОДОР

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОИЗВОДСТВУ АЭРОФОТОТОПОГРАФИЧЕСКИХ РАБОТ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ПРИ ИЗЫСКАНИЯХ В ЦЕЛЯХ СТРОИТЕЛЬСТВА И РЕКОНСТРУКЦИИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Федеральное дорожное агентство

(Росавтодор)

МОСКВА 2019

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Обществом с ограниченной ответственностью «Центр-Дорсервис».

2 ВНЕСЕНО Управлением научно-технических исследований и информационного обеспечения, Управлением строительства и эксплуатации автомобильных дорог Федерального дорожного агентства.

3 ИЗДАН на основании распоряжения Федерального дорожного агентства от 29.07.2019 № 1982-р.

4 ИМЕЕТ РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫЙ ХАРАКТЕР.

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ.

Содержание

1 Область применения……5
2 Нормативные ссылки ……5
3 Термины и определения ……6
4 Сокращения ……9
5 Общие положения……10
6 Подготовительный этап……23
6.1 Сбор и анализ информации об объекте изысканий……23
6.2 Проектирование (планирование) полетного задания……23
6.3 Планирование установки опознаков……24
6.4 Обеспечение полетов……25
6.5 Расчет параметров полета……27
7 Полевой этап……30
7.1 Создание планово-высотной подготовки аэрофотосъемки……30
7.2 Обеспечение безопасности во время полета БПЛА……30
7.3 Подготовка БАС и выполнение аэрофотосъемки……31
7.4 Получение результатов съемки……31
7.5 Полевое дешифрирование……33
8 Камеральный этап……33
8.1 Камеральная обработка геодезических измерений……34
8.2 Фотограмметрическая обработка данных аэрофотосъемки……34
8.3 Получение топографического плана заданного масштаба……35
8.4 Составление отчета по инженерно-геодезическим изысканиям……50
Приложение А……54
Приложение Б……56
Приложение В……57

Приложение Г……..…..58

Приложение Д……..…..59

Приложение Е…….....60

Приложение Ж……..…..61

Приложение И…….....63

Приложение К…….....65

Ключевые слова…….....73

1 Область применения

1.1 Настоящий отраслевой методический документ (далее – ОДМ) представляет собой методические рекомендации по производству аэрофототопографических работ с использованием беспилотного летательного аппарата при изысканиях в целях строительства и реконструкции автомобильных дорог.

1.2 Положения настоящего ОДМ предназначены для организаций, выполняющих разработку документов соответствия (стандартов организаций), изыскания, проектирование, строительство и реконструкцию автомобильных дорог.

1.3 Кроме того, ОДМ рекомендуется к использованию производителям беспилотных аэрофотосъемочных комплексов, фотограмметрических программных пакетов обработки и систем автоматизированного проектирования.

2 Нормативные ссылки

В настоящем методическом документе использованы нормативные ссылки на следующие документы:

ГОСТ Р 8.563-2009. Государственная система обеспечения единства измерений. Методики (методы) измерений

ГОСТ Р 21.1101-2013. Система проектной документации для строительства. Основные требования к проектной и рабочей документации

ГОСТ Р 52369-2005. Фототопография. Термины и определения

ГОСТ Р 51833-2001. Фотограмметрия. Термины и определения

ГКИНП (ГНТА)-02-036-02. Инструкция по фотограмметрическим работам при создании цифровых топографических карт и планов

ГКИНП (ОНТА)-02-262-02. Инструкция по развитию съемочного обоснования и съемке ситуации и рельефа с применением глобальных навигационных спутниковых систем ГЛОНАСС и GPS

ГКИНП-02-033-82. Инструкция по топографической съемке в масштабах 1:10 000, 1:2 000, 1:1 000, 1:500

СП 47.13330.2012. Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 11-02-96

СП 11-104-97. Инженерно-геодезические изыскания для строительства. Часть I

3 Термины и определения

В настоящем методическом документе применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 авионика: Совокупность всех электронных систем, разработанных для использования в авиации в качестве бортовой электроники.

3.2 автопилот БПЛА: Устройство или программно-аппаратный комплекс, обеспечивающий движение по заданной траектории, автоматическую стабилизацию параметров полета. Предусматривает автоматическое управление полетом согласно полетному заданию и командам оператора.

3.3 аэрофототопографическая съемка: Топографическая фотосъемка с воздушного летательного аппарата.

3.4 аэрофотосъемочная система: Комплекс взаимосвязанных технических и программных средств, используемый на борту воздушного судна, имеющий в своем составе аэрофотокамеру и обеспечивающий выполнение аэрофотосъемки в соответствии с техническим проектом.

3.5 беспилотный летательный аппарат: Летательный аппарат, выполняющий полет без пилота (экипажа) на борту и управляемый в полете

автоматически, оператором с пункта управления или сочетанием указанных способов.

3.6 беспилотная авиационная система (БАС): Воздушное судно и связанные с ним элементы, которые эксплуатируются без пилота на борту. Комплекс, включающий одно или несколько беспилотных воздушных судов, а также наземные технические средства и оборудование навигации и связи, используемые для управления полетом такого или таких воздушных судов.

3.7 векторизация: Преобразование изображения из растрового представления в векторное. Включает в себя нанесение границ объектов, видимых на аэрофотоснимках.

3.8 геодезическая основа: Совокупность пунктов (точек) геодезических сетей на территории изысканий, закрепленных на местности специальными центрами.

3.9 дешифрирование (топографического фотоснимка): Выявление, распознавание и определение характеристик объектов, отображенных на топографическом фотоснимке.

3.10 камеральное дешифрирование: Процесс распознавания объектов на снимках в лабораторных условиях, путем сопоставления изображения с имеющимися эталонами и знаниями дешифровщика.

3.11 опознак: Точка объекта фотограмметрической съемки с известными пространственными координатами, опознанная на фотограмметрическом снимке. Опознак может быть плановым (известны координаты X, Y), планово-высотным (известны все три координаты X, Y, Z) и высотным (известна только высота Z). Опознак используется в качестве опорной или контрольной точки при фотограмметрической обработке фотограмметрического снимка.

3.12 ортотрансформирование (топографического снимка): Процесс фотограмметрической обработки топографического фотоснимка, целью

которого является преобразование топографического фотоснимка из исходной проекции в ортогональную.

3.13 ортофотоснимок (ортофото-): Топографический фотоснимок, полученный в результате ортофототрансформирования.

3.14 план инженерно-топографический: Топографический план, на котором отображены рельеф местности, объекты ситуации, включая инженерные коммуникации и сооружения, с техническими характеристиками, необходимыми для их проектирования, строительства, эксплуатации и сноса (демонтажа).

3.15 полевое дешифрирование: Сопоставление изображения на снимках (фотоплане, фотосхеме) с местностью, в результате чего опознаются объекты и определяются их свойства. Полевое дешифрирование может быть наземным или аэровизуальным.

3.16 полетное задание БПЛА: Набор необходимых данных для автопилотирования и производства задач специализированного назначения, загружаемых в управляющий блок БПЛА.

3.17 пространственное разрешение: Линейный размер элемента на земной поверхности, соответствующий величине растр-элемента (пикселя) цифрового изображения.

3.18 Растровое изображение: Изображение, представляющее собой сетку пикселей — цветных точек (обычно прямоугольных) на мониторе, бумаге и других отображающих устройствах.

3.19 цифровая модель рельефа (ЦМР): Информация о рельефе местности, адекватная ее топографической реальности, представленная совокупностью точек с известными координатами и высотами, с возможностью аппроксимации рельефа в любой точке модели.

3.20 цифровая модель местности (ЦММ): Отображение в виде пространственных координат множества точек земной поверхности, объединенных в единую систему по определенным математическим законам.

3.21 цифровой аэрофотоснимок: Цифровое изображение, полученное цифровой аэрофотосъёмочной системой.

3.22 цифровой снимок: Цифровое изображение, полученное цифровой системой (камерой).

3.23 цифровая фотограмметрическая станция (ЦФС, цифровая фотограмметрическая система): Набор специальных программных и аппаратных средств, предназначенных для фотограмметрической обработки данных дистанционного зондирования Земли.

4 Сокращения

В настоящем методическом документе применены следующие сокращения:

АФС: аэрофотосъемка.

БАС: беспилотная авиационная система.

БПЛА: беспилотный летательный аппарат.

ВПП: взлетно-посадочная полоса.

ГГС: государственная геодезическая сеть.

ГЛОНАСС: глобальная навигационная спутниковая система (Россия).

ЕС ОрВД: единая система организации воздушного движения.

НСУ: наземная станция управления.

ПО: программное обеспечение.

ТТХ: тактико-технические характеристики.

ЦМР: цифровая модель рельефа.

ЦММ: цифровая модель местности.

ЦТК: цифровая топографическая карта.

ЦТП: цифровой топографический план.

ЦФС: цифровая фотограмметрическая станция.

GPS: (global positioning system) глобальная навигационная спутниковая система (США).

GSD: (ground sample distance) размер пикселя на поверхности земли.

5 Общие положения

5.1 Полеты БПЛА с целью аэрофотосъемки должны осуществляться в строгом соответствии с Воздушным кодексом РФ.

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

Применение АФС 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 РФ.

Сертификат БПЛА иностранного производства, выданный другим государством, признается действительным на территории РФ, если он соответствует международным авиационным стандартам, признаваемым законодательством РФ.

Настоящие методические рекомендации направлены на актуализацию процесса проведения аэрофототопографических работ за счет применения БПЛА, цифрового фотосъемочного оборудования и современных программных продуктов обработки полетных данных.

5.2 Основанием для выполнения указанных работ является контракт (договор), содержащий задание и программу работ. Задание должно содержать основные сведения об объекте изысканий, необходимые для составления программы работ, и требования к материалам и результатам инженерных изысканий. Содержание технического задания должно соответствовать п. 4.10 – 4.14 СП 47.13330.2012 (СНиП 11-02-96).

5.2.1 Задание на выполнение инженерных изысканий должно содержать основные сведения об объекте изысканий, необходимые для составления программы работ и основные требования к материалам и результатам инженерных изысканий.

5.2.2 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.

5.2.3 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 выполнения изыскательских работ по согласованию с застройщиком или техническим заказчиком.

К заданию прилагают графические и текстовые документы, необходимые для планирования и организации проведения 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.

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

5.2.5 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 выполнения задания, определяет и обосновывает исполнитель инженерных изысканий в программе выполнения инженерных изысканий.

5.3 Для съемки используются специализированные БАС. Эксплуатирующим организациям при выборе аэрофотосъемочного комплекса, состоящего из БАС и программ обработки полетных данных, рекомендуется обратить внимание на документацию о технологии получения и обработки материалов, необходимых в целях обеспечения соответствия построенных ортофотопланов и ЦММ требованиям действующих нормативно-технических документов. Указанная информация должна быть подкреплена сертификатами о соответствии применяемой технологии и/или получаемой продукции. Кроме того, при самостоятельном выборе модели и комплектации БАС, организациям необходимо учитывать требования программно-аппаратных комплексов обработки полетных данных. Рекомендуемые параметры съемки и набор используемой полезной нагрузки, а также необходимые входные данные, обеспечивающие построение ЦММ

требуемой точности и ортофотоплана, уточняются у разработчиков программных продуктов обработки полетных данных.

5.4 При необходимости производится комбинированная аэрофототопографическая съемка, с использованием спутниковых технологий; тахеометрическим методом; наземным и воздушным лазерным сканированием; цифровой аэрофотосъемкой, а также сочетанием различных методов. Используемые методы должны обеспечивать точность съемки ситуации и рельефа в соответствии с СП 47.13330.2012 п.5.1.1.16 - 5.1.1.18.

5.4.1 Средние погрешности определения планового положения предметов и контуров местности с четкими, легко распознаваемыми очертаниями (границами) относительно ближайших пунктов (точек) геодезической основы, не должны превышать в масштабе плана на незастроенных территориях 0,5 мм для открытой местности и 0,7 мм – для горных и залесенных районов.

Средняя погрешность определения планового положения промерных точек относительно ближайших пунктов (точек) съемочного обоснования при инженерно-гидрографических работах на реках, внутренних водоемах и акваториях не должна превышать 1,5 мм в масштабе плана.

Предельные погрешности во взаимном положении на плане закоординированных точек и углов капитальных зданий (сооружений), расположенных один от другого на расстоянии до 50 м, не должны превышать 0,4 мм в масштабе плана.

При съемке промышленных предприятий с большим количеством подземных и надземных коммуникаций и сооружений, требования к погрешностям взаимного положения точек конструкций следует устанавливать в задании.

5.4.2 Для определения положения точек подземных коммуникаций и сооружений применяют приборы поиска подземных коммуникаций и

георадары. Фактическая точность определения положения точек должна подтверждаться контрольными геодезическими измерениями.

Средние погрешности в плановом положении точек подземных коммуникаций и сооружений относительно ближайших капитальных зданий (сооружений) и точек съемочного обоснования не должны превышать 0,7 мм в масштабе плана.

Средняя величина расхождений в плановом положении точек подземных коммуникаций и сооружений с данными контрольных полевых определений относительно ближайших капитальных зданий (сооружений) и точек съемочного обоснования не должна превышать: 0,3 м – при съемке в масштабе 1:200; 0,5 м – в масштабе 1:500; 0,8 м – в масштабе 1:1000; 1,2 м – в масштабе 1:2000.

Предельные расхождения между значениями глубины заложения подземных коммуникаций и сооружений, полученными с помощью приборов поиска подземных коммуникаций и по данным контрольных полевых измерений, не должны превышать 15 % глубины заложения.

5.4.3 Средние погрешности съемки рельефа и его изображения на инженерно-топографических планах или ИЦММ относительно ближайших точек съемочного обоснования не должны превышать от принятой высоты сечения рельефа:

1/4 – при углах наклона местности до 2°;

1/3 – при углах наклона местности от 2° до 6° (для планов в масштабах 1:5000 и 1:2000) и от 2° до 10° – для планов в масштабах 1:1000, 1:500 и 1:200;

1/3 – при высоте сечения рельефа через 0,5 м для планов в масштабах 1:5000 и 1:2000.

Для залесенных (закрытых) участков местности указанные величины при обосновании в программе работ допускается увеличивать в 1,5 раза.

В районах местности с рельефом, имеющим углы наклона свыше 6° (для планов в масштабах 1:5000 и 1:2000) и свыше 10° (для планов в масштабах 1:1000, 1:500 и 1:200), средние погрешности определения высот характерных точек рельефа не должны превышать 1/3 принятой высоты сечения рельефа.

5.5 При выборе АФС с БПЛА необходимо учитывать факторы, препятствующие проведению работ:

- Наличие растительности;
- Переломы местности (трещины, расщелины, сложно дешифрируемые по данным АФС) ;
- Невозможность дешифрировать отдельные элементы съемки (свесы крыш и карнизов построек, однотонные объектов АФС, загрязненность дорожного полотна) ;
- Сезонность (погодные условия, наличие снежного покрова) ;
- Наличие теней, облаков, производственных дымов и атмосферной дымки, затрудняющих или исключающих процесс дешифрирования;
- Наличие объектов с высокой отражающей способностью (поверхность воды, снежные покровы) ;
- Наличие и высотность застройки (высотные здания, телекоммуникационные вышки). Техническое оснащение БПЛА должно обеспечивать безопасное выполнение полетов с учетом географических особенностей территории Российской федерации.

5.6 Комплект БАС должен состоять из БПЛА с бортовым и/или наземным ГНСС приемником геодезической точности, бортовым комплексом управления, авионики, полезной нагрузки и наземной станции управления. Примерные характеристики БАС приведены в Приложении А.

Бортовой комплекс управления состоит из:

- автопилота;

- навигационной системы;
- приемника спутниковой навигационной системы для регистрации центров фотографирования;
- системы инерциальных датчиков;
- накопителя полетной информации.

Основной задачей БПЛА является выполнение полетного задания, получение данных АФС и регистрация центров фотографирования. Этот набор данных является минимальным для дальнейшей камеральной обработки.

К полезной нагрузке для задач аэрофотосъемки относится цифровая фотокамера.

Как дополнение могут использоваться системы стабилизации съемочного оборудования, видеокамера, инфракрасная камера и др.

Функции НСУ:

- формирование/компиляция полетного задания и его загрузка в автопилот;
- слежение за полетом;
- прием данных;
- передача команд управления.

В задачи НСУ входит:

- поддержание связи с БПЛА во время полета
- получение информации о состоянии и местоположении БПЛА
- выполнение команд оператора (при возникновении внештатных ситуаций)

Для выполнения этих задач границы полетного задания не должны выходить за пределы радиуса действия канала связи. Информация о разрешенных и зарезервированных частотах приведена в таблице 1.

Таблица 1 - Сводный перечень диапазонов частот и отдельных каналов, используемых в РФ

Пользователи	Частоты, МГц	Пояснение
Радиостанции информационно - развлекательного характера	0.153 - 1.152 12.06 - 15.39	общий интервал частот
Горные экспедиции и радиолюбители	около 14.18	вне вещания зарегистрированных частот
Гражданский диапазон в РФ	25.475 - 29.52	общий интервал частот
Телевещание	49.75 /56.25 – 711.25/717.75	изображение/звук
Министерство обороны РФ	38.750 39.800 42.870 43.125 43.825 44.350 44.600	закрепленные каналы
Пожарная служба	40.100	закрепленный канал
	44.800	закрепленный канал
Радиостанции информационно - развлекательного характера	66.44 – 89.00, 89.10 - 107.80	общий интервал частот
Пожарная служба	148.050	закрепленный канал
	148.200	закрепленный канал
ФАПСИ, службы безопасности и обороны РФ	149 - 149.9	шаг 0.9
ФАПСИ	157.875 169.455 169.462	каналы особого назначения
	162.7625 - 163.2000	закрепленный интервал частот, шаг 0.4375
	168.5 - 171.15	закрепленный интервал частот, шаг 2.65
Федеральное агентство правительственной связи (ФАПСИ), службы безопасности и обороны РФ	173 - 174	закрепленный интервал частот

Продолжение таблицы 1.

Пользователи	Частоты, МГц	Пояснение
УГАИ ГУВД Москвы	205.10	закрепленный канал
Полиция	205 - 209	закрепленный интервал
ФАПСИ. службы безопасности и обороны РФ	273 - 300	закрепленные каналы, шаг 27 кГц
Средства Фиксированной и подвижной служб, ФАПСИ	300 - 308	закрепленные каналы, шаг 8 кГц
ФАПСИ, службы безопасности и обороны РФ воздушной радионавигационной службы, службы безопасности и обороны РФ	308 - 328.6	закрепленные каналы, шаг 20.6 кГц
	328.6 - 335.4	закрепленные каналы, шаг 6.8 кГц
Свободные частоты, используемые в гражданских целях (согласно решению Государственной комиссии по радиочастотам от 11.12.2006), без оформления отдельных разрешений для каждого конкретного типа радиоэлектростанции	403 - 410	- соответствие характеристикам согласно приложений к решению ГКРЧ; - 403-410 МГц и 417-422 МГц только за пределами зоны радиусом 350 км от центра г. Москвы; - при эксплуатации радиоэлектростанций должна быть обеспечена защита от помех средств радиоастрономической службы в полосе частот 406.1 - 410 МГц
	417 - 422	
	446.00625 - 446.09375	
МВД РФ	461.000	канал спецсвязи
ОВД	462.875	закрепленный интервал частот
	462.900	закрепленный интервал частот
Полиция	622.200 - 626.000	закрепленный интервал частот

Спецификации наиболее распространенных каналов связи, для управления БПЛА с НСУ, приведены в таблице 2.

Таблица 2 - Примеры обеспечения связи между БПЛА и НСУ

Радиус обеспечения радиосвязью полета	Обеспечение прямой видимости радиосигнала БПЛА с НСУ	Диапазон частот, МГц/стандарт связи	Мощность передатчика, Вт	Характер канала связи	Необходимость разрешения Федерального агентства связи
до 5 км	да	2.4 /стандарт Wi-Fi	0,1	скоростной	нет
более 5 км	да	2.4 /стандарт Wi-Fi	от 1	скоростной	да
до 15 км	да	868 - 868,2	от 1	скоростной	да
до 15 км	да	902-928	от 1	скоростной	да
до 75 км	да, на высоте 500 м над землей	417 – 422, 429 - 437, 433 -447	до 5	дальний	да
в зоне покрытия сотовой связи	нет	стандарт GSM	-	GSM	нет

Все используемое оборудование должно иметь необходимые сертификаты и поверки, в том числе сертификат о летной годности, если такой требуется для эксплуатации БПЛА.

Полеты БПЛА рекомендуется выполнять в автоматическом режиме по заранее проектируемым маршрутам. Такой режим позволяет уменьшить ошибки, возникающие при пилотировании БПЛА, повысить безопасность работ. В качестве дополнительной информации необходимо производить запись данных телеметрии об отклонении БПЛА от выполнения заданных параметров. Объем и точность данных определяются требованиями программных продуктов обработки.

Программа изысканий должна соответствовать п. 4.15 СП 47.13330.2012 и содержать данные о выполнении работ по подготовительному, полевому и камеральному этапам.

Программа инженерных изысканий для подготовки проектной документации должна содержать следующие разделы:

- Общие сведения – наименование, местоположение, идентификационные сведения об объекте; границы изысканий, цели и задачи инженерных изысканий; краткая характеристика природных и техногенных условий района; сведения о застройщике (техническом заказчике) и исполнителе работ.
- Оценка изученности территории – описание исходных материалов и данных, представленных застройщиком (техническим заказчиком); результаты анализа степени изученности природных условий; оценка возможности использования ранее выполненных инженерных изысканий с учетом срока их давности и репрезентативности; сведения о материалах и данных, дополнительно приобретаемых (получаемых) исполнителем.
- Краткая физико-географическая характеристика района работ – краткая характеристика природных и техногенных условий района работ, влияющих на организацию и выполнение инженерных изысканий.
- Состав и виды работ, организация их выполнения – обоснование состава и объемов работ, методы и технологии их выполнения, применяемые приборы и оборудование, включая программное обеспечение; последовательность выполнения видов работ; сведения о метрологическом обеспечении средств измерений; организация выполнения полевых и камеральных работ и др.
- Особые условия (при необходимости)– обоснование применения нестандартизированных технологий (методов), необходимости выполнения научно-исследовательских работ, научного сопровождения инженерных изысканий и др.
- Контроль качества и приемка работ – виды и методы работ по контролю качества; оформление результатов полевого и (или) камерального контроля и приемки работ.

- Используемые нормативные документы – перечень нормативных технических документов обосновывающих методы выполнения работ.
- Требования по охране труда и технике безопасности при проведении работ.
- Представляемые отчетные материалы и сроки их представления.
- Приложения к программе выполнения инженерных изысканий содержат: копию задания, перечень нормативно-технических документов или их частей, обосновывающих методы выполнения работ, копии документов, определенных законодательством Российской Федерации ее субъектов, требуемых для выполнения инженерных изысканий, и графические приложения для пла-нирования и организации производства работ и др.

Структурная схема производства аэрофототопографических работ представлена в Приложении Б.

- Подготовительный этап включает:
- сбор и анализ информации об объекте;
- проектирование/планирование полетного задания;
- планирование установки опознаков;
- метеорологическое обеспечение;
- расчет параметров полета.

Полевой этап включает работы по:

- созданию планово-высотной подготовки аэрофотосъемки;
- обеспечению безопасности во время полета БПЛА;
- подготовке БАС и выполнению аэрофотосъемки;
- получению результатов съемки.
- полевому дешифрированию, уточнению ситуации на момент съемки.

Входящее в состав работ полевое дешифрирование должно включать следующие виды работ:

- Съемка подземных и надземных коммуникаций
- Съемка объектов, скрытых для АФС (переломы рельефа, трубы, свесы крыш и карнизов построек)

Камеральный этап состоит из:

- камеральной обработки геодезических измерений для получения координат и высот планово-высотного обоснования;
- фотограмметрической обработки данных аэрофотосъемки;
- получения топографического плана необходимого масштаба;
- составления отчета по инженерно-геодезическим изысканиям.

6 Подготовительный этап

6.1 Сбор и анализ информации об объекте изысканий.

6.1.1 Сбор и анализ материалов изысканий, аэрофотосъемки прошлых лет.

6.1.2 Оформление запросов на предоставление данных федерального картографо-геодезического фонда.

6.1.3 Определение границ аэрофототопосъемки, точек взлета и посадки с использованием имеющихся картографических материалов.

6.2 Проектирование (планирование) полетного задания.

6.2.1 Район полетов должен перекрывать необходимую площадь съемки и учитывать дополнительные маршруты за границы съемки для обеспечения перекрытия аэрофотоснимков. Пример схемы полетного задания представлен в Приложении В.

6.2.2 В зависимости от ТТХ БПЛА район полетов может быть разбит на несколько полетных заданий или летных дней. При этом рекомендуется составлять полетные задания так, чтобы перекрытие между соседними областями съемки составляло не менее 50 м.

Пример схемы полетного задания с перекрытием смежных полетных заданий представлен в Приложении Г.

6.2.3 При планировании маршрутов полетов и определении объектов аэрофотосъемки необходим рациональный выбор оси предстоящего полета. Оптимальным является выполнение аэрофотосъемки вдоль оси существующей или предполагаемой для строительства автомобильной дороги по челночной схеме.

Пример полетного задания по челночной схеме представлен в Приложении Д.

6.2.4 При использовании мобильных БАС, не требующих ВПП, следует обратить внимание на выбор наиболее подходящих площадок взлета-посадки, обеспечивающих беспрепятственное наблюдение за стартом и посадкой БПЛА. При выполнении полета на фиксированной высоте от точки запуска рекомендуется использовать площадку с максимальным превышением над земной поверхностью. Площадки взлета-посадки должны соответствовать требованиям спецификации БПЛА.

6.3 Планирование установки опознаков.

6.3.1 Для надежной привязки аэрофотоснимков обязательна планово-высотная подготовка аэрофотосъемки. Подготовка выполняется в соответствии с положениями инструкции ГКИНП-02-033-82, при этом рекомендации по выбору и маркировке опознаков дополняются в связи с особенностями выполнения аэрофотосъемочных работ с использованием БПЛА.

6.3.2 В качестве опознаков рекомендуется использовать: пункты государственной геодезической сети, геодезических сетей сгущения, объекты, имеющие твердые контуры на местности, контрастные с окружающим фоном и хорошо различимые на аэрофотоснимках объекты. Рекомендуется производить надежное маркирование опознаков. При

необходимости опознаки наносятся краской на дорожное покрытие. Форма опознака должна обеспечивать безошибочное определение его центра, в связи с чем рекомендуется использовать опознаки типа "мишень", полукрест или крест.

Примеры маркировки опознаков приведены в Приложении Е.

6.3.3 Маркировка производится перед аэрофотосъемкой с минимальным разрывом со временем начала полетов.

6.3.4 При определении количества и местоположения опознаков рекомендуется руководствоваться следующим:

- на участках площадью 1 кв. км и менее опознаки располагаются по схеме «конверт», предусматривающей установку не менее 5-ти знаков; при этом 4 опознака устанавливаются в угловых зонах. Рекомендуемое количество опознаков 10, с равномерным распределением внутри площади съемки;
- при съемке линейно-протяженного объекта: по 2 опознака в начале и конце участка съемки и не реже чем через каждые 500 м вдоль оси трассы;
- при проектировании нескольких полетных заданий с планируемыми зонами перекрытия, необходимо установить не менее 2-х опознаков в зоне перекрытия. При ширине перекрытия полетных заданий более 1 км рекомендуется устанавливать опознаки не реже чем через 250 м;
- на участках с разницей высот более 20 м, рекомендуется устанавливать дополнительные опознаки в характерных переломных точках;
- количество опознаков может увеличиваться в зависимости от сложности застройки и рельефа.

Схемы расположения опознаков представлены в Приложении Ж.

6.4 Обеспечение полетов.

6.4.1 Метеорологическая обстановка выбирается в соответствии с условиями рациональной и безопасной эксплуатации, используемой БАС. При этом следует соблюдать общие рекомендации по выполнению работ:

- аэрофотосъемка проводится в дневное время суток;
- нежелательно наличие теней на объектах съемки.

6.4.2 Не рекомендуется выполнять полеты при следующих метеорологических условиях:

- ветер у земли 15 м/с и более с учетом порывов;
- осадки в виде дождя, снега или иные;
- видимость менее 2 000 м и явления погоды, ухудшающие видимость;
- гроза, град, песчаная и пыльная бури, вулканический пепел;
- значительная или сплошная облачность, ниже границы запланированной высоты полета БПЛА;
- магнитные или иные возмущения, способные нанести вред или внести изменение в нормальный режим работы приборов;
- турбулентность.

6.4.3 АФС с БПЛА устанавливается дополнительные требования к безопасности проведения работ, учитывающие следующие пункты:

- наличие надежного двустороннего канала связи с органом, контролирующим полеты (ОрВД);
- взлет БПЛА осуществляется только при наличии разрешения от контролирующего органа (ОрВД);
- взлет и посадка выполняются при отсутствии прямой или косвенной угрозы проведению работ;
- высота АФС должна обеспечивать безопасное проведение работ, в местах перепада высот, застройки, высотных сооружений (телефонные вышки, ЛЭП и д.р.);
- наличие запасной площадки посадки;

- поддержание связи с НСУ и/или визуальный контроль за БПЛА во время выполнения полетного задания;
- возможность выполнения команд оператора, в том числе принудительного прекращения полета БПЛА с выполнением плановой или аварийной посадки, маневрирования (по требованию органа, контролирующего полеты, возникновение непредвиденных условий проведения работ и д.р.);
- отсутствие препятствий для поддержания связи между БПЛА и НСУ (высотные преграды, отсутствие сигнала по выбранному каналу связи и др.);
- наличие поискового маячка или иных средств поиска и обнаружения БПЛА;
- обеспечение визуальной или аппаратно-программной возможности оценки стабильности полета БПЛА (воздушные возмущения или иные факторы, приводящие к увеличению нагрузки на оборудование, как следствие сокращению времени полета от планируемого или приводящих в прекращению работ);
- возможность контроля времени выполнения полета и максимального запаса хода (запаса топлива, заряда батарей).

6.5 Расчет параметров полета.

6.5.1 Высота полета БПЛА при проведении съемки должна обеспечивать безопасность выполнения полетов над застроенной территорией. Для этого высоту полета БПЛА рекомендуется устанавливать с превышением не менее 50 м от максимальной высоты объектов (рельеф, элементы застройки и т.д.) в районе полетов.

6.5.2 При задании высоты полета необходимо учитывать технические характеристики применяемой фотокамеры. При использовании цифровых камер в качестве параметра, отвечающего за точность получаемой

продукции, используется соотношение единицы растрового изображения с его линейным размером на земной поверхности (GSD). Необходимое значение этого параметра вычисляется в зависимости от масштаба топографической съемки, устанавливаемого заданием и особенностями программ обработки.

Согласно п. 5.1.1.16 СП 47.13330.2012 средние погрешности определения планового положения предметов и контуров местности с четкими, легко распознаваемыми очертаниями (границами) относительно ближайших пунктов (точек) геодезической основы, не должны превышать в масштабе плана на незастроенных территориях - 0,5 мм для открытой местности и 0,7 мм - для горных и залесенных районов. Следуя этим требованиям погрешность определения плановых координат представлена в таблице 3.

Таблица 3 - Погрешности определения контуров объектов

Масштаб плана	Погрешности, м	
	открытая местность	горные и залесенные районы
1:500	0,25	0,35
1:1000	0,5	0,7
1:2000	1	1,4
1:5000	2,5	3,5

Исходя из этих требований и необходимости детального дешифрирования объектов в районе изысканий, рекомендуемые значения параметров GSD приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Рекомендуемые значения параметра GSD

Масштаб плана	GSD, м
1:500	0.035
1:1000	0.07
1:2000	0.14
1:5000	0.35

Одним из способов расчета основных параметров полета БПЛА, обеспечивающую взаимосвязь размера GSD и высоты съемки является расчет по формуле:

GSD = (Sw x H x 100)/(Fr x imW),

где GSD – размер пикселя на земле, см/пиксел;

Sw - ширина сенсора камеры, мм;

Fr - фокусное расстояние, мм;

H - высота съемки, м;

imW - ширина кадра съемки (снимка), пиксел.

Пример расчета параметров полета приведен в Приложении К.

6.5.3 Параметр перекрытия аэрофотоснимков необходимо устанавливать исходя из характеристик БПЛА, но не менее 60% в продольном и 40% в поперечном направлениях (ГКИНП (ГНТА)-02-036-02). Схема перекрытия снимков представлена в Приложении И.

Фотограмметрическая обработка снимков возможна при перекрытии соседними кадрами объекта построения и его полном отображении на каждом из них. Для исключения ошибок построения ЦММ и ортофотопланов в результате недостаточного перекрытия отдельных зон или выявления некачественных снимков, среднее значение перекрытия кадров рекомендуется устанавливать не менее 70%.

7 Полевой этап

7.1 Создание планово-высотной подготовки аэрофотосъемки.

7.1.1 Создание планово-высотной подготовки аэрофотосъемки заключается в надежном закреплении и привязке опознаков, характерных точек рельефа. Съёмочное обоснование следует выполнять методами триангуляции, полигонометрии, трилатерации, построения линейно-угловых сетей, нивелированием, а также путем использования спутниковой геодезической аппаратуры.

7.1.2 Точность создания планово-высотного обоснования принимается в соответствии с основными техническими требованиями, изложенными в приложении Г СП 47.13330.2012:

7.1.3 Точность определения координат и высот опознаков принимается в соответствии с СП 47.13330.2012 и ГКИНП (ГНТА)-02-036-02.

7.2 Обеспечение безопасности во время полета БПЛА.

7.2.1 Используемая БАС должна быть оснащена техническими и программными средствами отслеживания положения БПЛА во время полета и передачи информации на НСУ. Оператор должен контролировать основные параметры полета. При необходимости оператор обязан прекратить полет и выполнить штатную или экстренную посадку.

7.2.2 Во время полета оператор должен постоянно поддерживать связь с центром ЕС ОрВД и выполнять поступающие команды о смене режима или непредвиденных ситуациях. При потере связи с БПЛА оператор обязан немедленно связаться с зональным центром и сообщить информацию о последнем известном месте нахождения и параметрах полета потерянного БПЛА.

7.2.3 При эксплуатации БПЛА с электрическим двигателем при низких температурах воздуха необходимо учитывать возможное сокращение времени полета, из за снижения емкости батарей.

7.3 Подготовка БАС и выполнение аэрофотосъемки.

7.3.1 Выбор площадки взлета-посадки выполняется по результатам предварительной подготовки. Информация об изменении исходных данных о месте запуска и посадке БПЛА сообщается и согласовывается с контролирующим органом (центр ЕС ОрВД).

7.3.2 Перед началом работ необходимо установить связь с зональным центром и получить разрешение на взлет. Полет выполняется при наличии разрешения на использование воздушного пространства от контролирующего органа.

7.3.3 Решение о выполнении полета принимает оператор БПЛА, с учетом природных и техногенных факторов на момент запуска, при отсутствии прямой или возможной угрозы проведению работ.

7.3.4 Предполетная подготовка проводится согласно техническому регламенту используемой модели БПЛА и включает в себя следующие проверки:

- технической составляющей комплекса;
- загруженного полетного задания, зоны съемки;
- параметров полета;
- съемочного оборудования, параметров съемки, наличия системы хранения полетных данных;
- заряда батарей или уровня топлива.

7.4 Получение результатов съемки.

7.4.1 После выполнения полетного задания из БАС выгружаются:

- аэрофотоснимки;
- информация о центрах фотографирования;
- данные телеметрии.

7.4.2 Критерием полноты и качества полученных данных являются наличие необходимой информации по каждому элементу съемки и качество полученных снимков.

7.4.3 При любом аппаратном обеспечении минимальным набором данных являются растровые изображения и ассоциируемые с ними координаты центра проекции, а также данные телеметрии об отклонении от полетного задания в момент фотографирования.

7.4.4 При первичном анализе полученных аэрофотоснимков следует обратить внимание на факторы, негативно влияющие на визуальное восприятие изображения:

- нарушение баланса белого цвета на цветном изображении;
- нарушение контраста изображения (недостаточная или избыточная освещенность, неравномерность освещенности по кадру изображения);
- нарушение четкости изображения (смазанность, дефокусировка).

7.4.5 От искажений, вызванных причинами, указанными в п. 7.4.4, следует дифференцировать искажения, связанные с отклонениями от допустимых пределов внешнего ориентирования аэрофотоснимков:

- превышение допустимых отклонений оптической оси аэрофотоснимков от среднего значения по маршруту;
- превышение допустимой разницы масштабов смежных аэрофотоснимков.

7.4.6 По данным телеметрии устанавливаются критерии точности выполнения полетного задания БПЛА. Максимальные допуски составляют:

- уклонения БПЛА от оси маршрута — не более 10 м;
- уклонения высот фотографирования — не более 10 м;
- колебание высот фотографирования смежных снимков — не более 5 м;
- углы крена и тангажа не более 3 градусов.

7.4.7 При неудовлетворительном качестве полученных материалов, принимается решение о повторной съемке.

7.5 Полевое дешифрирование, уточнение ситуации на момент съемки.

7.5.1 При полевом дешифрировании производится сличение аэроснимка непосредственно с местностью.

7.5.2 Дешифрирование элементов местности целесообразно вести в определенной последовательности по характерным ее чертам:

- рельефу;
- гидрографии;
- растительности;
- инженерно-геологическим условиям;
- месторождениям, карьерам, крупным предприятиям;
- дорожной сети;
- населенным пунктам.

7.5.3 Выявленные на аэрофотоснимках неточности и искажения, не позволяющие однозначно идентифицировать объект, подлежат обязательному сопоставлению на местности. При невозможности выполнения полевого дешифрирования выполняется повторная съемка.

8 Камеральный этап

Камеральный этап включает обработку результатов геодезических измерений для получения координат и высот планово-высотного обоснования аэрофотосъемки; фотограмметрическую обработку данных аэрофотосъемки; получение топографического плана необходимого масштаба; составление отчета по инженерно-геодезическим изысканиям. Указанные работы производят согласно требованиям СП 47.13330.2012 в соответствующих программных комплексах.

8.1 Камеральная обработка геодезических измерений для получения координат и высот планово-высотного обоснования производится на основе результатов полевых работ, с учетом сопоставления с материалами изысканий прошлых лет.

8.2 Фотограмметрическая обработка данных аэрофотосъемки.

8.2.1 Фотограмметрическая обработка данных производится на специализированных ЦФС, обладающих необходимым набором аппаратного и программного обеспечения. Уравнивание и построение ортофотопланов и ЦММ должно производиться в соответствии с ГОСТ Р 51833-2001 и требованиями ГКИНП (ГНТА)-02-036-02 «Инструкция по фотограмметрическим работам при создании ЦТК и ЦТП».

8.2.2 Для обеспечения максимального объема получаемой информации и упрощения дальнейшей обработки, рекомендуется использовать программные продукты, обеспечивающие максимальную автоматизацию.

8.2.3 Обработка полетной информации выполняется в системе координат и высот, указанных в задании.

Процесс обработки полетной информации делится на этапы:

- формирование блока данных АФС (аэрофотоснимков и данных телеметрии);
- внутреннего ориентирования снимков;
- взаимного ориентирования снимков;
- построения маршрутных сетей;
- соединения смежных маршрутов;
- построения блочных сетей.

8.2.4 Результаты каждого этапа контролируются составлением отчета о точности полученных данных. При неудовлетворительных показаниях точности производится повторная обработка полетной информации с целью исправления ошибки. Обработку снимков поручают опытным специалистам,

знакомым с районом работ, опытом и навыками проведению фотограмметрических работ.

8.3 Получение топографического плана заданного масштаба.

8.3.1 Для получения топографического плана заданного масштаба необходимо построение ортофотоплана. Для увеличения точности ортофотоплана рекомендуется стереоскопический просмотр полученной фотограмметрической модели, автоматическая и ручная фильтрация точек ЦМР. Полученные данные, представленные в виде пространственных координат и ортофотопланов, используются для векторизации и дешифрирования.

8.3.2 Подбор и сортировка данных отображающих поверхность, производится согласно действующим нормам с присвоением кода объекта. Данные экспортируются в универсальный формат (*.dxf и др.), пригодный для использования в программных комплексах по автоматизированному проектированию автомобильных дорог (CREDO, ROBUR и др.).

8.3.3 Содержание топографического плана должно соответствовать приложению Д «Требования к содержанию инженерно-топографических планов для проектирования и строительства предприятий, зданий и сооружений» СП 11-104-97, описываемое согласно таблице 5.

Таблица 5 - содержание топографического плана в согласно выбранного масштаба:

№ п/п	Информация, подлежащая отображению на инженерно-топографических планах и используемая при создании цифровых инженерно-топографических планов	Масштабы инженерно-топографических планов			
		1:500	1:1000	1:2000	1:5000
1	Пункты (точки) геодезических сетей, закрепленные постоянными знаками, включая нивелирные и межевые знаки и знаки геодезической разбивочной основы, пересечения координатных линий и др. точки,	+	+	+	+

№ п/п	Информация, подлежащая отображению на инженерно-топографических планах и используемая при создании цифровых инженерно-топографических планов	Масштабы инженерно-топографических планов			
		1:500	1:1000	1:2000	1:5000
	закрепленные на местности, в том числе:				
	- пункты геодезических сетей сгущения в стенах зданий;	-	+	+	+
	- точки плановых съемочных геодезических сетей в стенах зданий и на углах капитальных зданий (закоординированные узлы);	-	+	+	+
	- столбы закрепления проекта планировки;	-	+	+	+
	- реперы и марки стенные	-	+	+	+
2	Строения, здания и сооружения (включая строящиеся) и их части (выступы и уступы более 0, 5 мм на плане) с характеристикой назначения, огнестойкости, этажности и с указанием материала стен и конструкций, в том числе:	+	+	+	+
	- здания с колоннами вместо части или всего первого этажа;	-	+	+	+
	- тротуары, отмостки зданий и внутриквартальные проезды шириной менее 1 мм на плане;	-	+	+	+
	- отметки высот: пола первого этажа (внутри контура строения*), отмостки, земли или тротуара на углу дома	-	-	+	+

№ п/п	Информация, подлежащая отображению на инженерно-топографических планах и используемая при создании цифровых инженерно-топографических планов	Масштабы инженерно-топографических планов			
		1:500	1:1000	1:2000	1:5000
	- брандмауэры, въезды на второй этаж, крыльца, входы закрытые в подземные части зданий, ниши и лоджии, балконы на столбах, террасы, навесы на подкосах и навесы-козырьки, вентиляторы вне зданий и запасные выходы из подвалов, люки подвальные, иллюминаторы, приямки (приямники), тумбы афишные постоянные и пр., гаражи индивидуальные и др. Малые строения, ямы выгребные;	-	+	+	+
	- части зданий, нависающие и не имеющие опор, лестницы пожарные, опирающиеся на землю;	-	-	+	+
	- номера зданий, в том числе номера зданий по углам кварталов или через 5-10 зданий при индивидуальной застройке;	-	+	+	+
	- переносные и временные сооружения (ларьки, палатки, киоски и др.);	-	-	-	-
	- выступы, уступы и разрывы менее 2 мм на плане у примыкающих один к другому неупорядоченных деревянных, глинобитных и металлических строений индивидуального пользования;	-	-	-	-
	- нежилые строения индивидуального пользования площадью менее 1, 5 мм^2 на плане	-	-	+	+
3	Элементы планировки (красные линии), включая линии городских проездов, кварталов, линии застройки, границы водной поверхности, полосы отвода, зеленых насаждений и т.п.	-	-	+	+

№ п/п	Информация, подлежащая отображению на инженерно-топографических планах и используемая при создании цифровых инженерно-топографических планов	Масштабы инженерно-топографических планов			
		1:500	1:1000	1:2000	1:5000
4	Культурные строения и сооружения с характеристикой материала постройки	+	+	+	+
5	Памятники, монументы, скульптуры и места захоронения	+	+	+	+
6	Автомобильные и грунтовые дороги с их характеристикой и сооружения при них (мосты, тоннели, переезды, пересечения, путепроводы, паромы и т.п.), тропы, в том числе:	+	+	+	+
	- светофоры на столбах;	-	-	+	+
	- пикетажные столбы;	-	-	+	+
	- километровые столбы и дорожные знаки	+	+	+	+
7	Собственные (официальные) названия населенных пунктов, улиц, рек, озер, источников, болот, лесов, гор и других географических и топографических объектов	+	+	+	+
8	Железные дороги, сооружения и устройства при них, в том числе пассажирские и грузовые устройства, устройства службы пути, локомотивного хозяйства, энергоснабжения, вагонного хозяйства, водоснабжения, сигнализации, централизации, блокировки и связи, электроосвещения и прочие	+	+	+	+
9	Гидрография:				

№ п/п	Информация, подлежащая отображению на инженерно-топографических планах и используемая при создании цифровых инженерно-топографических планов	Масштабы инженерно-топографических планов			
		1:500	1:1000	1:2000	1:5000
	- береговые линии озер, рек, ручьев, каналов и др. Водоемов и водотоков (при ширине их изображения на плане более 3 мм - два берега, а менее 3 мм - один берег), высоты урезов воды, отметки высот непостоянных береговых линий, глубины естественных и искусственных водоемов, глубины береговых обрывов, направления водотоков, полосы береговые (осушки) приливно-отливных морей, озер и водохранилищ, балки, камни, скалы, рифы, скопления плавника, растительность водная, изобаты и их надписи, горизонтали для изображения дна водоемов, характеристики водотоков, водопады, пороги, перекаты, отмели и мели, границы и площади разлива рек, озер и водохранилищ;	+	+	+	+
	- скорости и направления поверхностных струй водных потоков на регистрационных планах при изучении динамики размыва берегов рек	-	+	+	+
	Гидротехнические сооружения, объекты водного транспорта и водоснабжения с их характеристиками:				
	- каналы, пристани, переправы, плотины, дамбы, запруды, берегоукрепления, валики, устройства водораспределительные, устья дренажных коллекторов, водовыпуски, дюкеры, акведуки, водосбросы, тоннели на каналах, водозаборы, насосы, чигири, лотки , посты водомерные и футштоки, станции, пляжи, судоходные и несудоходные каналы и устройства на них, шлюзы, свайные заграждения, ряжи, ледорезные сооружения, молы, знаки береговой и плавучей сигнализации (маяки, буи и др.), колодцы, баки водонапорные, источники естественные, гейзеры;	+	+	+	+

№ п/п	Информация, подлежащая отображению на инженерно-топографических планах и используемая при создании цифровых инженерно-топографических планов	Масштабы инженерно-топографических планов			
		1:500	1:1000	1:2000	1:5000
	- колодцы, артезианские скважины, колодцы и скважины с механической подачей воды, колонки питьевые и гидранты пожарные, водоразборные сооружения и др.	+	+	+	+
10	Закрепленные на местности границы, административные границы*, границы отвода земель*, ограждения сельскохозяйственных угодий с характеристикой материала изготовления (каменные, железобетонные, металлические, деревянные с капитальными опорами высотой 1 м и более):	+	+	+	+
	- деревянные и живые изгороди высотой менее 1 м;	-	-	+	+
	- временные заборы и сооружения на строительных площадках;	-	-	-	-
	- границы владений внутри кварталов и заборы во владениях, границы приусадебных участков на застроенных территориях	-	+	+	+
11	Полосы отвода железных и автомобильных дорог по граничным ограждениям и знакам*	+	+	+	+
12	Инженерно-геологические выработки (скважины, шурфы и др.), точки полевых наблюдений и измерений (геофизических, гидрогеологических, гидрологических и др.)	+	+	+	+
13	Растительный покров, грунты и микроформы рельефа местности, в том числе:	+	+	+	+

№ п/п	Информация, подлежащая отображению на инженерно-топографических планах и используемая при создании цифровых инженерно-топографических планов	Масштабы инженерно-топографических планов			
		1:500	1:1000	1:2000	1:5000
	- леса и лесопосадки с характеристикой пород деревьев, средней высоты и толщины деревьев и среднего расстояния между ними, отдельно стоящие деревья ориентирного и культурно-исторического значения, контуры вырубок, гарей, полян и сельскохозяйственных угодий, находящихся среди леса;	+	+	+	+
	- деревья толщиной менее 5 см, расположенные группами, отображаемые на планах контуром, а при линейном расположении с отображением крайних деревьев с пояснительной надписью “молодая посадка”;	+	+	+	+
	- деревья толщиной более 5 см, расположенные на проездах и площадках, аллеях и скверах (при подеревной съемке);	-	-	+	+
	- травяная растительность, пашни орошаемые и неорошаемые, болота с характеристикой проходимости и растительного покрова, солончаки;	+	+	+	+
	- деревья, расположенные внутри кварталов и дворов, на приусадебных участках, в парках и лесных массивах*	-	-	+	+
14	Наименьшая площадь контуров, подлежащая отображению, мм$^{2:}$				
	- для хозяйственно ценных угодий или расположенных внутри участков, не имеющих хозяйственного значения;	20	20	20	20
	- для участков, не имеющих хозяйственного значения	50	50	50	50

№ п/п	Информация, подлежащая отображению на инженерно-топографических планах и используемая при создании цифровых инженерно-топографических планов	Масштабы инженерно-топографических планов			
		1:500	1:1000	1:2000	1:5000
15	Контуры (границы) оползневых участков, трещины и водопроявления на оползневых склонах, поверхностные проявления карста (карстовые формы рельефа, одиночные воронки, провалы, входы в пещеры, устья карстовых шахт и колодцев, значительные карстовые источники) и другие проявления опасных процессов и их характеристики	+	+	+	+
16	Рельеф местности, изображенный горизонталями с нанесением характерных форм рельефа в сочетании с условными знаками и высотами, в том числе дна водотоков, водоемов и акваторий	+	+	+	+
17	Рельеф местности, характеризующийся только высотами, на застроенных и спланированных территориях городов, промышленных и агропромышленных предприятий, железнодорожных станций (не менее пяти высот характерных точек местности на каждом $дм^2$ плана), в том числе:	+	+	+	+
	- изрытые участки, свалки, карьеры (по контуру и внутри контура);	+	+	+	+
	- рельеф местности, характеризующийся только высотами, на участках плотной застройки и на разных уровнях	+	+	+	+
18	Высоты, характеризующие территорию и отдельные сооружения, включая:	+	+	+	+
	- характерные элементы рельефа, пересечение дорог, улиц и проездов, плотин, мостов, насыпей;	+	+	+	+

№ п/п	Информация, подлежащая отображению на инженерно-топографических планах и используемая при создании цифровых инженерно-топографических планов	Масштабы инженерно-топографических планов			
		1:500	1:1000	1:2000	1:5000
	- верх и низ плотин, мостов, подпорных стенок, укрепленных откосов, бетонированных лотков и кюветов, насыпей, дорог, колодцев;	-	+	+	+
	- головки рельсов (в том числе трамвайных);	-	-	+	+
	- верх и низ подпорных стенок, укрепленных откосов и бетонированных лотков;	-	-	+	+
	- углы и цоколи капитальных зданий;	-	-	+	+
	- места изменения профиля спланированных поверхностей и мощения, площадки у входа в капитальные здания	-	-	+	+
	Подземные сооружения				
19	Подземные сооружения и устройства на территориях городов, промышленных и агропромышленных предприятий, включая:	-	-	+	+
	- водопровод, водовод промышленный, водосток, дренаж, канализацию, илопровод, газопровод, воздухопровод, теплопровод, золопровод, кабели, блочную канализацию, тоннели, прокладки трубопроводов, коллекторы, волновод;	-	-	+	+
	- сооружения электрокоррозионной защиты и т.п.;	-	-	+	+
	- специальные трубопроводы (бензопроводы, керосинопроводы, мазутопроводы, маслопроводы, конденсатопроводы, рассолопроводы, кислотопроводы, щелочепроводы, шлако-шламопроводы, в т.ч. для сыпучих веществ, ацетиленопроводы и т.п.);	-	-	+	+

№ п/п	Информация, подлежащая отображению на инженерно-топографических планах и используемая при создании цифровых инженерно-топографических планов	Масштабы инженерно-топографических планов			
		1:500	1:1000	1:2000	1:5000
	- колодцы, камеры и коверы	-	+	+	+
20	Магистральные сети и высоковольтные кабельные линии	-	-	+	+
21	Назначение, диаметр и материал труб, тип каналов, число кабелей (или труб кабельной канализации), направление стока в самотечных трубопроводах, направлений на смежные колодцы (камеры), вводы в здания (сооружения) подземных коммуникаций	-	-	+	+
22	Высоты, характеризующие подземные коммуникации				
	- верх чугунного кольца люка колодца (обечайка);	-	-	+	+
	- земли (или мощения) у колодца;	-	-	+	+
	- труб, каналов (промерами от обечаек с отсчетом до 1 см);	-	-	+	+
	- в самотечных сетях - дно лотка;	-	-	+	+
	- в перепадных колодцах - высота низа входящей трубы;	-	-	+	+
	- в колодцах-отстойниках - дно колодца, низ входящей и выходящей труб;	-	-	+	+
	- у напорных трубопроводов - верх труб;	-	-	+	+
	- в каналах и коллекторах - верх и низ каналов (коллекторов);	-	-	+	+

№ п/п	Информация, подлежащая отображению на инженерно-топографических планах и используемая при создании цифровых инженерно-топографических планов	Масштабы инженерно-топографических планов			
		1:500	1:1000	1:2000	1:5000
	- в кабельных сетях - место пересечения кабеля со стенками колодца, верх и низ пакета (блока) при кабельной канализации;	-	-	+	+
	- глубины заложения безколодезных прокладок	-	-	+	+
	Надземные и наземные сооружения				
23	Опоры линий электропередачи, линий связи (незастроенные территории), опоры линий высокого напряжения и поворотные столбы линий низкого напряжения (застроенные территории)	+	+	+	+
24	Опоры низковольтных линий электропередачи и линий связи (застроенные территории)	-	+	+	+
25	Трубопроводы наземные на грунте, на опорах в коробах с характеристикой назначения трубопровода, высоты опор и материала прокладок (коробов) и опор, диаметра и числа трубопроводов наземных сооружений	+	+	+	+
26	Число проводов в линиях электропередачи и связи, марка проводов, ведомственная принадлежность, габариты и номера опор, расположение прокладок на опорах, высоты опор и эстакад, виды прокладок на них, высоты проводов и кабелей между опорами*	-	-	+	+
27	Специальная информация экологического характера*	+	+	+	+

8.3.4 Составление ЦММ рекомендуется выполнять согласно приложению Д «Создание инженерно-топографического плана в виде инженерной цифровой модели местности» СП 47.13330.2012.

8.3.4.1 ИЦММ являются результатом инженерно-геодезических изысканий, обеспечивающих решение задач проектирования в системах автоматизированного проектирования и создание топографической основы для формирования и ведения геоинформационных систем обеспечения градостроительной деятельности. Основные требования к содержанию и точности представления пространственных данных в составе ИЦММ должны устанавливаться в соответствии с положениями 5.1.

8.3.4.2 Для представления объектов местности в ИЦММ различного назначения используют следующие типы пространственных данных:

- векторные топологические модели;
- растровые данные;
- смешанные, в которых используются векторные модели и растровые данные.

8.3.4.3 Для решения аналитических и расчетных задач, анализа материалов, подготовки проектов и технических отчетов, проектирования объектов строительства в системах автоматизированного проектирования при топографических съемках в масштабах 1:5000–1:200 следует использовать векторную топологическую модель пространственных данных.

Растровое представление данных следует использовать в качестве промежуточных технологических материалов, а также как дополнительный обзорный материал к векторной топологической модели пространственных данных.

Растровое изображение картографического материала должно быть трансформировано, привязано в принятой системе координат и приведено к соответствующему масштабу.

8.3.4.4 ИЦММ представляют в составе цифровой модели рельефа и цифровой модели ситуации с распределением информации в иерархической структуре слоев. Перечни и содержание слоев, классификатор топографических объектов должны определять в задании с учетом принятой в установленном порядке региональной (муниципальной или ведомственной) структуры и содержания слоев.

8.3.4.5 Цифровая модель рельефа должна обеспечивать необходимую для решения инженерных задач адекватность модели рельефа ее физической реальности с учетом принятой в установленном порядке точности съемки рельефа, предусмотренной в задании и программе работ.

В ИЦММ, используемых для решения инженерных задач в системах автоматизированного проектирования, как правило, используют триангуляционную модель, дополненную ограничениями в виде структурных линий, определяющих кромки, бровки откосов и обрывов, тальвеги, водоразделы, береговые линии, подпорные стены и другие характерные элементы поверхности.

Цифровая модель рельефа, представляемая нерегулярной сетью треугольников для съемки в масштабах 1:2000–1:200 или матрицей высот, не связана с текущим видом отображения рельефа горизонталями в ИЦММ.

8.3.4.6 Цифровая модель ситуации формируют из точечных, линейных и площадных объектов с обеспечением топологической корректности модели на основе используемого классификатора и библиотеки условных знаков, принятых в субъекте Российской Федерации или представленных заказчиком в соответствии с заданием. Инженерные коммуникации моделируют в их пространственном положении.

8.3.4.7 Инженерно-топографические планы, созданные в виде ИЦММ, представляют в виде файлов или баз данных в формате, определенном заданием, с учетом требований соответствующих служб, осуществляющих

формирование и ведение (поддержание в современном состоянии) фондов материалов и данных инженерных изысканий.

8.3.5 Требования к точности инженерно-топографического плана и ЦММ определяются в соответствии с п. 5.1.1.16-5.1.1.18 СП 47.13330.2012.

8.3.5.1 Средние погрешности определения планового положения предметов и контуров местности с четкими, легко распознаваемыми очертаниями (границами) относительно ближайших пунктов (точек) геодезической основы, не должны превышать в масштабе плана на незастроенных территориях -0,5 мм для открытой местности и 0,7 мм – для горных и залесенных районов.

Средняя погрешность определения планового положения промерных точек относительно ближайших пунктов (точек) съемочного обоснования при инженерно-гидрографических работах на реках, внутренних водоемах и акваториях не должна превышать 1,5 мм в масштабе плана.

Предельные погрешности во взаимном положении на плане закоординированных точек и углов капитальных зданий (сооружений), расположенных один от другого на расстоянии до 50 м, не должны превышать 0,4 мм в масштабе плана.

При съемке промышленных предприятий с большим количеством подземных и надземных коммуникаций и сооружений, требования к погрешностям взаимного положения точек конструкций следует устанавливать в задании.

8.3.5.2 Для определения положения точек подземных коммуникаций и сооружений применяют приборы поиска подземных коммуникаций и георадары. Фактическая точность определения положения точек должна подтверждаться контрольными геодезическими измерениями.

Средние погрешности в плановом положении точек подземных коммуникаций и сооружений относительно ближайших капитальных зданий

(сооружений) и точек съемочного обоснования не должны превышать 0,7 мм в масштабе плана.

Средняя величина расхождений в плановом положении точек подземных коммуникаций и сооружений с данными контрольных полевых определений относительно ближайших капитальных зданий (сооружений) и точек съемочного обоснования не должна превышать: 0,3 м – при съемке в масштабе 1:200; 0,5 м – в масштабе 1:500; 0,8 м – в масштабе 1:1000; 1,2 м – в масштабе 1:2000.

Предельные расхождения между значениями глубины заложения подземных коммуникаций и сооружений, полученными с помощью приборов поиска подземных коммуникаций и по данным контрольных полевых измерений, не должны превышать 15 % глубины заложения.

8.3.5.3 Средние погрешности съемки рельефа и его изображения на инженерно-топографических планах или ИЦММ относительно ближайших точек съемочного обоснования не должны превышать от принятой высоты сечения рельефа:

- 1/4 – при углах наклона местности до 2°;
- 1/3 – при углах наклона местности от 2° до 6° (для планов в масштабах 1:5000 и 1:2000) и от 2° до 10° – для планов в масштабах 1:1000, 1:500 и 1:200;
- 1/3 – при высоте сечения рельефа через 0,5 м для планов в масштабах 1:5000 и 1:2000.

Для залесенных (закрытых) участков местности указанные величины при обосновании в программе работ допускается увеличивать в 1,5 раза.

В районах местности с рельефом, имеющим углы наклона свыше 6° (для планов в масштабах 1:5000 и 1:2000) и свыше 10° (для планов в масштабах 1:1000, 1:500 и 1:200), средние погрешности определения высот характерных точек рельефа не должны превышать 1/3 принятой высоты сечения рельефа.

8.4 Составление отчета по инженерно-геодезическим изысканиям.

Результаты инженерных изысканий должны оформляться в виде технического отчета в соответствии с требованиями п.5.6 СП 47.13330.2012, ГОСТ 21.301-2014.

8.4.1 Состав и содержание технического отчета определяют с учетом задания, программы работ, а также назначения разрабатываемой проектной и градостроительной документации.

8.4.1.1 Технический отчет, как правило, состоит из следующих разделов и дополнительно к 4.18 содержит:

- Общие сведения – основание для производства работ, цель инженерно-геодезических изысканий, местоположение района (площадки, трассы) инженерных изысканий, сведения о проектируемом объекте капитального строительства, системах координат и высот, виды и объемы выполненных работ, сроки их проведения, сведения об исполнителе, перечень нормативных документов и материалов, в соответствии с которыми выполнены работы.
- Краткая физико-географическая характеристика района (площадки, трассы и прилегающей территории) – характеристика рельефа (в том числе углы наклона поверхности), геоморфология, гидрография, сведения о наличии опасных природных и техногенных процессов, влияющих на формирование рельефа, глубина промерзания грунтов (при закладке постоянных геодезических центров), наличие растительности и средняя температура воздуха.
- Топографо-геодезическая изученность района (площадки, трассы) инженерно-геодезических изысканий – наличие топографических карт, инженерно-топографических планов, в том числе в

цифровом виде (ИЦММ), материалов ДЗЗ, специальных (земле-, лесоустроительных и др.) планов соответствующих масштабов, сведений о геодезических сетях (типы центров и наружных знаков, точность построения), результаты геодезических наблюдений за устойчивостью геодезических знаков и возможности их использования в качестве исходных для выполнения геодезических изысканий.

- Сведения о методике и технологии выполненных инженерно-геодезических изысканий – состав и технология полевых и камеральных работ, используемые методы, средства измерений, программное обеспечение, характеристики точности и детальности выполненных работ и исследований, при необходимости -обоснование изменений программы изысканий.
- Сведения о проведении внутреннего контроля и приемки работ-результаты контроля и приемки выполненных инженерно-геодезических изысканий.
- Заключение – краткие результаты выполненных инженерно-геодезических изысканий, их оценка, возможность использования при проектировании и строительстве, рекомендации по производству последующих инженерно-геодезических работ.

8.4.1.2 Графические приложения к техническому отчету, представляемые в цифровом и (или) графическом (на бумажном носителе) виде, как правило, содержат:

- картограмму топографо-геодезической изученности;
- схемы созданной планово-высотной опорной и (или) съемочной геодезической сети с указанием привязок к исходным пунктам;

- картограмму выполненных работ с границами участков изысканий, совмещенную со схемой созданной планово-высотной геодезической сети;
- ведомость и акты обследования исходных геодезических пунктов (марок, реперов и др.) с оценкой пригодности их к использованию, описания и абрисы геодезических пунктов по результатам обследования;
- инженерно-топографические планы, представленные в графическом или цифровом видах;
- совмещенные с инженерно-топографическими планами или подготовленные отдельно планы (схемы) сетей подземных сооружений с их техническими характеристиками, согласованные с эксплуатирующими организациями;
- графики результатов наблюдений за осадками и деформациями оснований зданий, сооружений, земной поверхности и толщи горных пород.

8.4.1.3 По трассам проектируемых линейных объектов технический отчет может дополнительно содержать:

- планы подходов к конечным пунктам трассы проектируемого линейного объекта (подстанциям и др.);
- совмещенный план (в цифровом и графическом видах) трассы проектируемого линейного объекта с существующими инженерными сетями;
- продольные и поперечные профили по трассам линейных объектов;
- абрисы привязок характерных точек трассы к элементам ситуации;
- ведомости углов поворота, прямых и кривых (прямых и углов), пересекаемых угодий и лесов, водотоков, автомобильных и

железных дорог, надземных и подземных сооружений, в том числе сносимых сооружений и отчуждаемых угодий, оврагов, лощин, заболоченных и косогорных участков, технические показатели трасс.

8.4.1.4 Текстовые приложения к техническому отчету должны быть определены программой работ и, как правило, содержат:

- данные о метрологической поверке (калибровке) средств измерений, выполненной до начала полевых работ;
- карточки закладки центров пунктов и реперов;
- материалы вычислений, уравнивания и оценки точности,
- каталоги координат и высот пунктов геодезических сетей, закрепленных постоянными знаками;
- каталог и координат точек долговременного съемочного обоснования (при наличии требования в задании застройщика или технического заказчика);
- каталоги координат и высот точек привязки горных выработок и точек наблюдений других видов инженерных изысканий;
- ведомости результатов геодезических наблюдений за осадками и деформациями оснований зданий, сооружений, движениями земной поверхности и опасными природными процессами;
- ведомость сетей инженерных коммуникаций, согласованную с представителем эксплуатирующих организаций;
- акт сдачи долговременно закрепленных геодезических пунктов и точек на наблюдение за сохранностью;
- акт полевого (камерального) контроля и приемки работ.

Приложение А

Примерные ТТХ БАС используемых для аэрофототопографической съемки

Таблица А.1 - ТТХ БПЛА

Характеристики	Наименование комплексов и показатели		
	АФС 1	АФС 2	АФС 3
Время одного полета, час	до 0,5	до 4	до 1
Скорость полета, км/ч	50 – 130	65 – 120	54 – 108
Радиус действия радиосвязи, км	10	70	25
Масса снаряженного БПЛА, кг	2,5	10,5	2,3
Размах крыльев, м	1	3,5	1,3
Рабочая высота, м	75 – 250	150 – 1500	120 – 200
Максимальная высота, м	5000	3600	3000
Время развертывания, мин	5	10	10
Взлет	с катапульты	эластичная катапульта	с катапульты
Посадка	на фюзеляж	парашют	парашют
Тип двигателя	электрический	электрический	электрический
Диапазон рабочих температур, °С	от минус 15 до 40	от минус 40 до 40	от минус 20 до 40
Максимально допустимая скорость ветра у земли, м/с	20	13	10

Таблица А.2 - ТТХ НСУ

Характеристики	Показатели
Оперативная память (RAM)	не менее 1 Гб DDR2 RAM
Встроенная память (ROM)	не менее 32 Гб
Процессор	не менее 1.6 ГГц
Интерфейс	широкоэкранный, цветной, с диагональю не менее 7-ми дюймов, читаемый на солнце; сенсорный ЖК экран или иные устройства графической манипуляции Разрешение экрана не менее 800 х 600 точек

Таблица А.3- Примеры неметрических цифровых камер

Параметры	Цифровые камеры						
	Nikon D800	Ricoh GR	Canon IXUS	Sony RX1	Sony NEX5	Canon_EOS 5D mark2	Phase One IXU 150
Ширина кадра (пикс.)	4912	2736	3000	4000	3264	3744	6208
Длина кадра (пикс.)	7360	3168	4000	6000	4912	5616	8280
МПикс.	36	9	12	24	16	21	51
Физ. размер пикселя (мкм)	5	2	1,5	6	4,9	6,5	5,3
Фокусное расстояние (мм)	50	6	4	35	16	50	55
Интервал фотографирования (с)	0,6	0,6	0,6	1	1	0,8	0,8

Примечание – Условием применения в аэрофотосъёмке неметрических цифровых камер является использование точных калибровочных параметров для устранения систематических искажений.

Приложение Б

Структурная схема выполнения работ

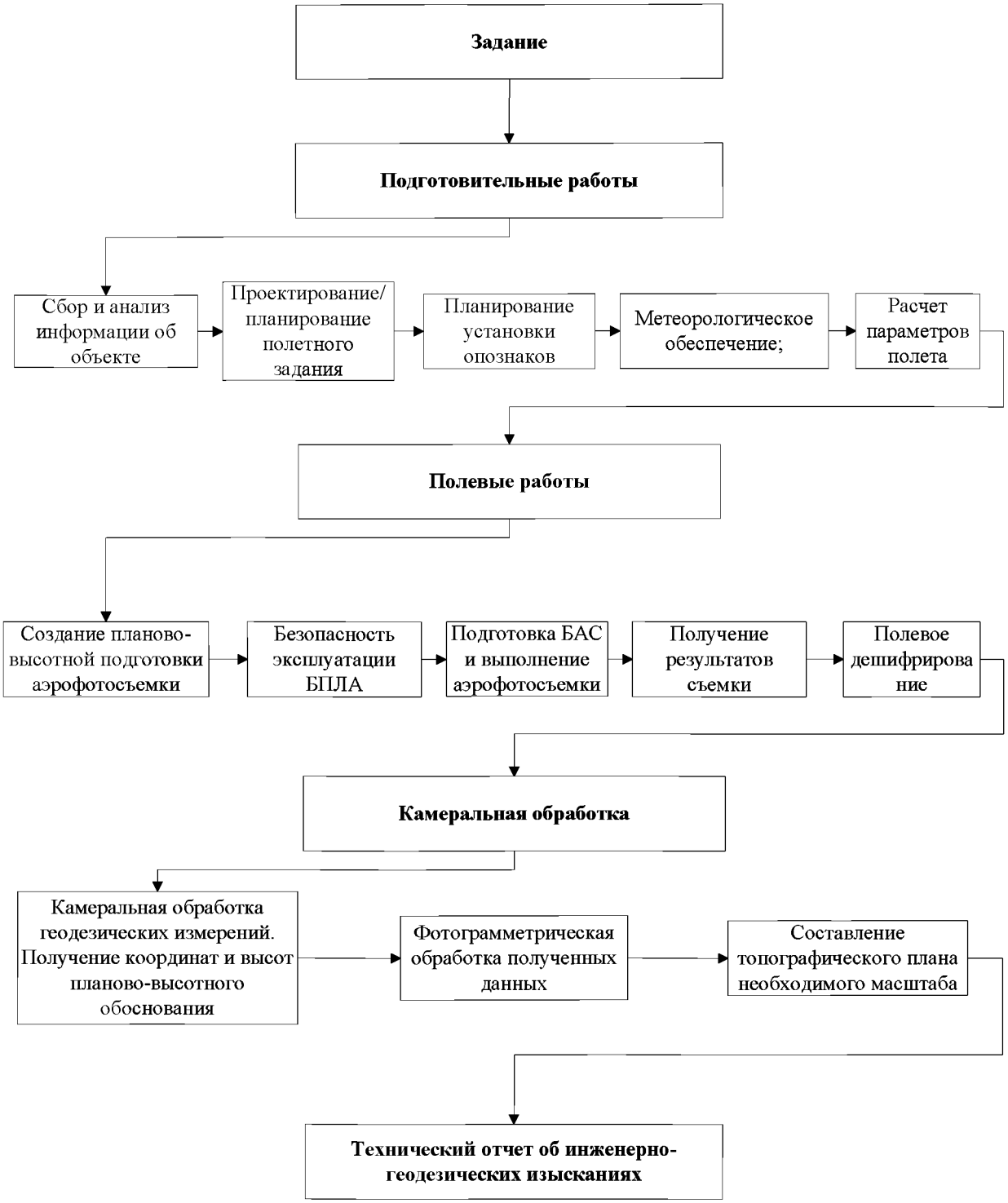


Рисунок Б.1.

Приложение В

Пример полетного задания аэрофотосъемки

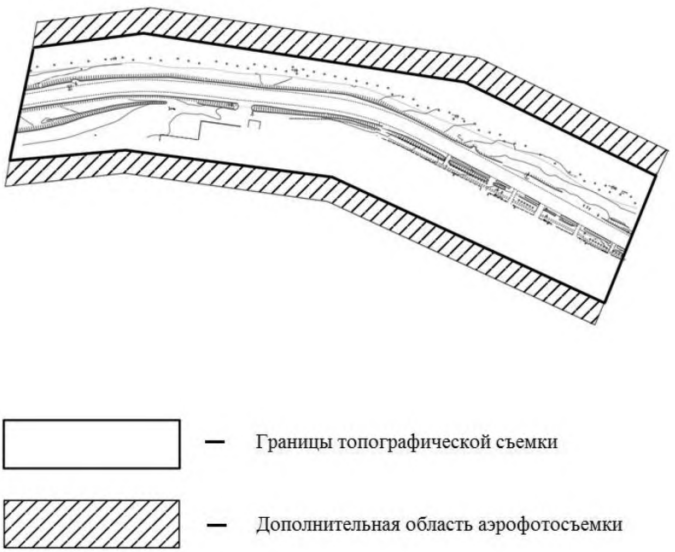


Рисунок В.1.

Примечание – Район аэрофотосъемки перекрывает район топографической съемки для обеспечения необходимого перекрытия аэрофотоснимков.

Приложение Г

Пример плана полета с перекрытием смежных полетных заданий

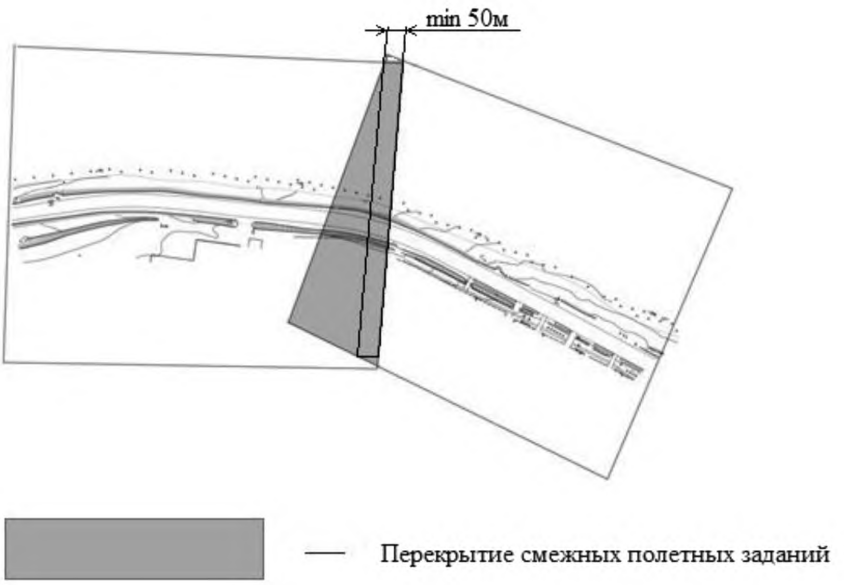


Рисунок Г.1.

Примечание – Наличие и размеры области перекрытия обусловлены границами аэрофотосъемки и ТТХ БПЛА.

Приложение Д

Пример съемки по челночной схеме полета

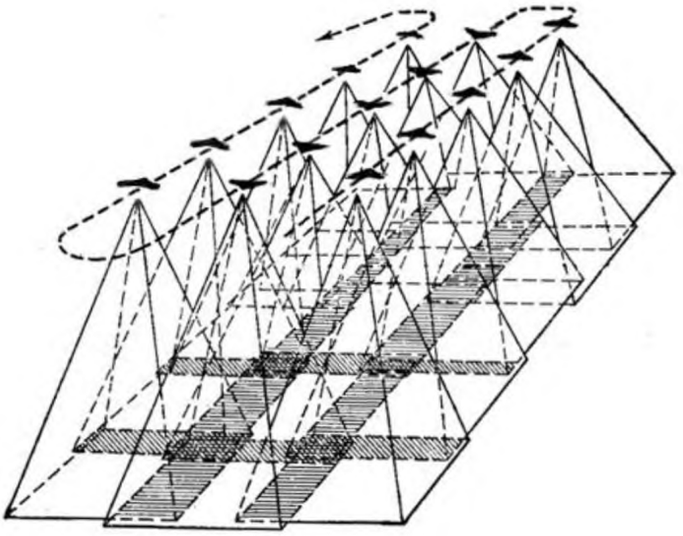


Рисунок Д.1.

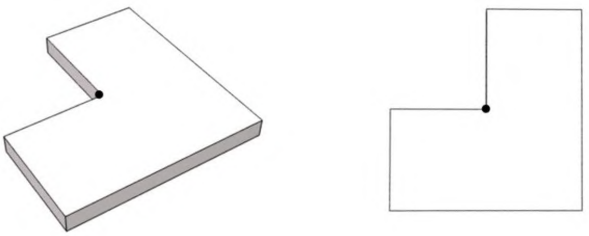


Рисунок Д.2.

Примечание – Челночная схема является наиболее распространенной площадной схемой аэрофотосъемки. В некоторых случая может быть использована маршрутная схема полета, требующая, однако, более сложного фотооборудования.

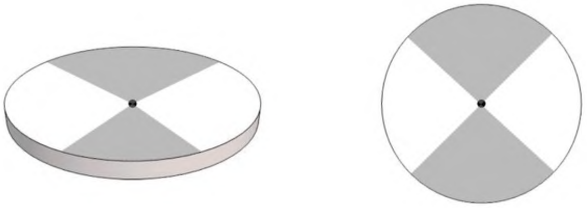
Приложение Е

Примеры опознаков



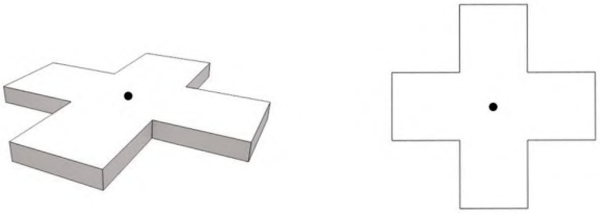
● – Фиксируемая точка опознака

Рисунок Е.1 - Опознак типа полукрест.



● – Фиксируемая точка опознака

Рисунок Е.2 - Опознак типа "мишень".

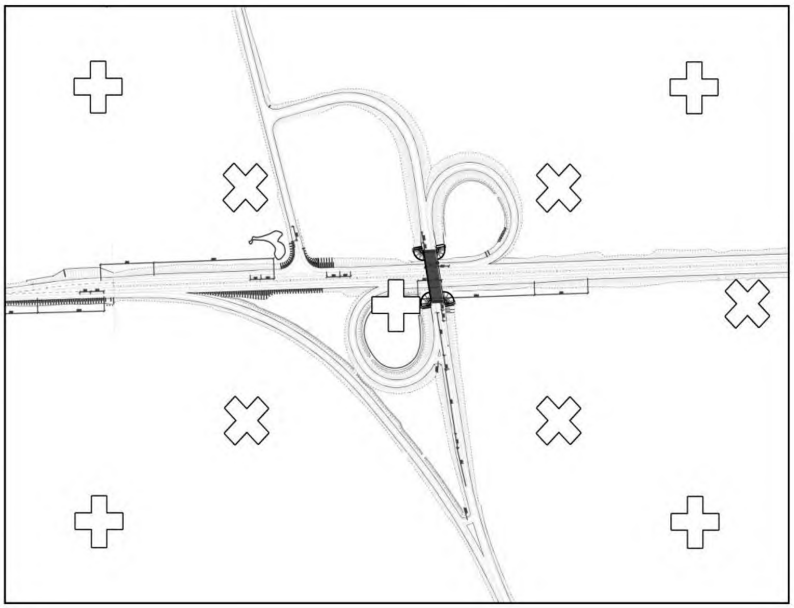


● – Фиксируемая точка опознака

Рисунок Е.3 - Опознак типа крест.

Приложение Ж

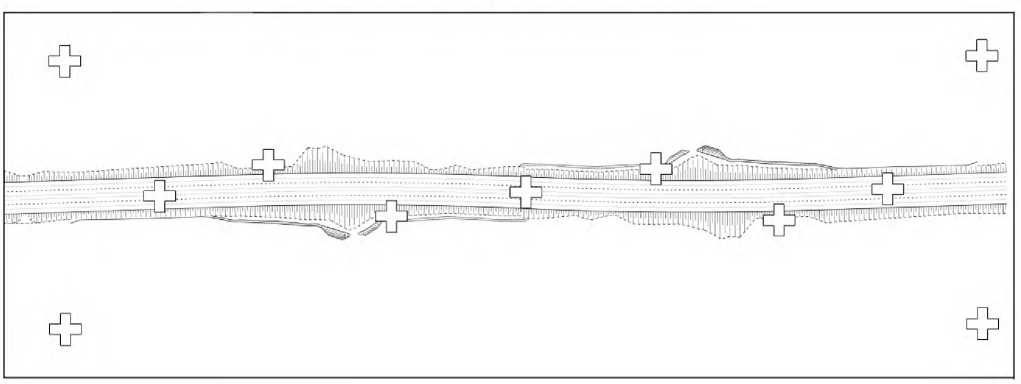
Схемы расположения опознаков



— Дополнительные опознаки

— Опознаки конструкции "конверт"

Рисунок Ж.1 – Схема расположения «конверт»



— Опознак

Рисунок Ж.2 – Схема расположения при съемке линейно-протяженного объекта

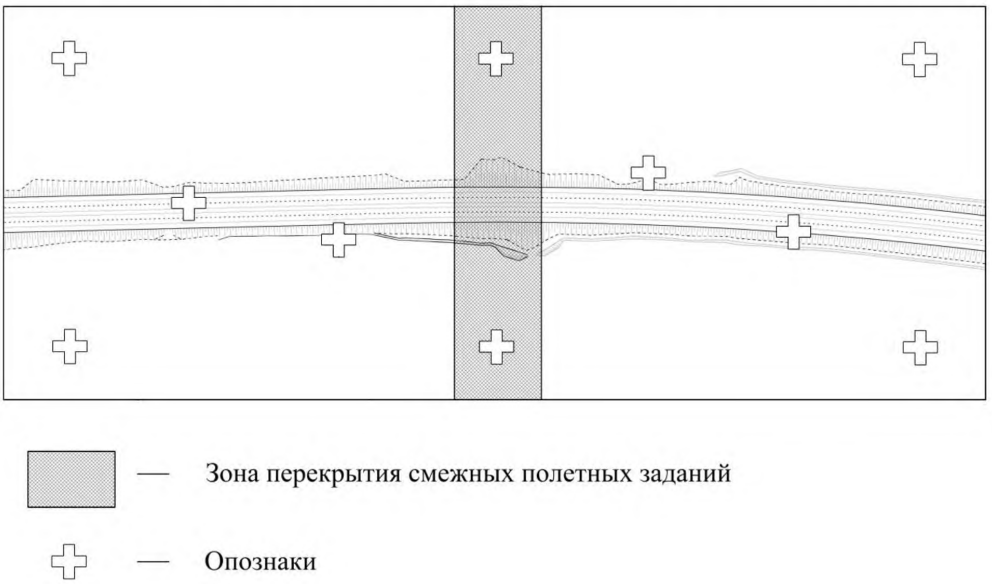


Рисунок Ж.3 – Схема расположения опознаков при перекрытии полетных заданий

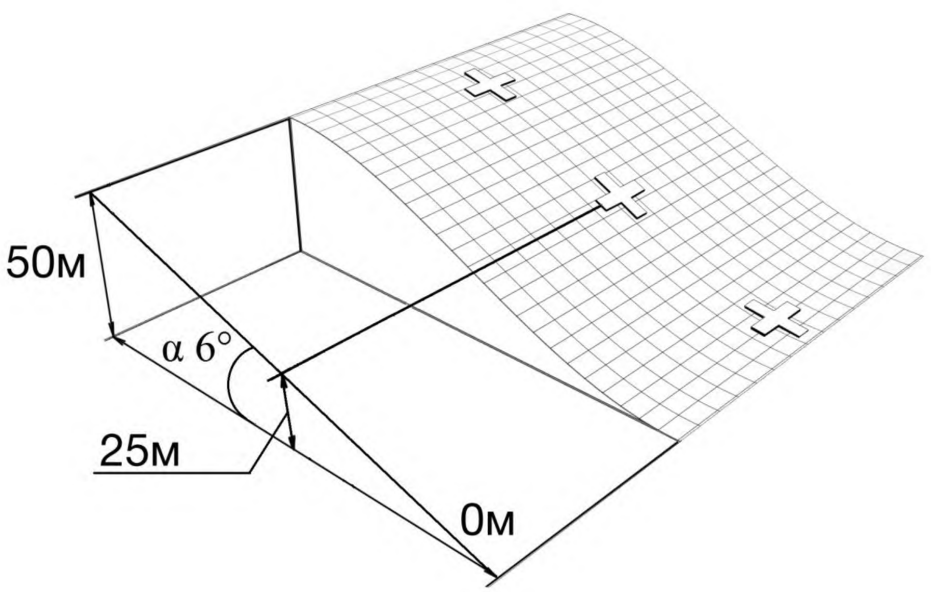


Рисунок Ж.4 – Схема расположения опознаков в местах резкого перепада высот

Приложение И

Схема перекрытия аэрофотоснимков.

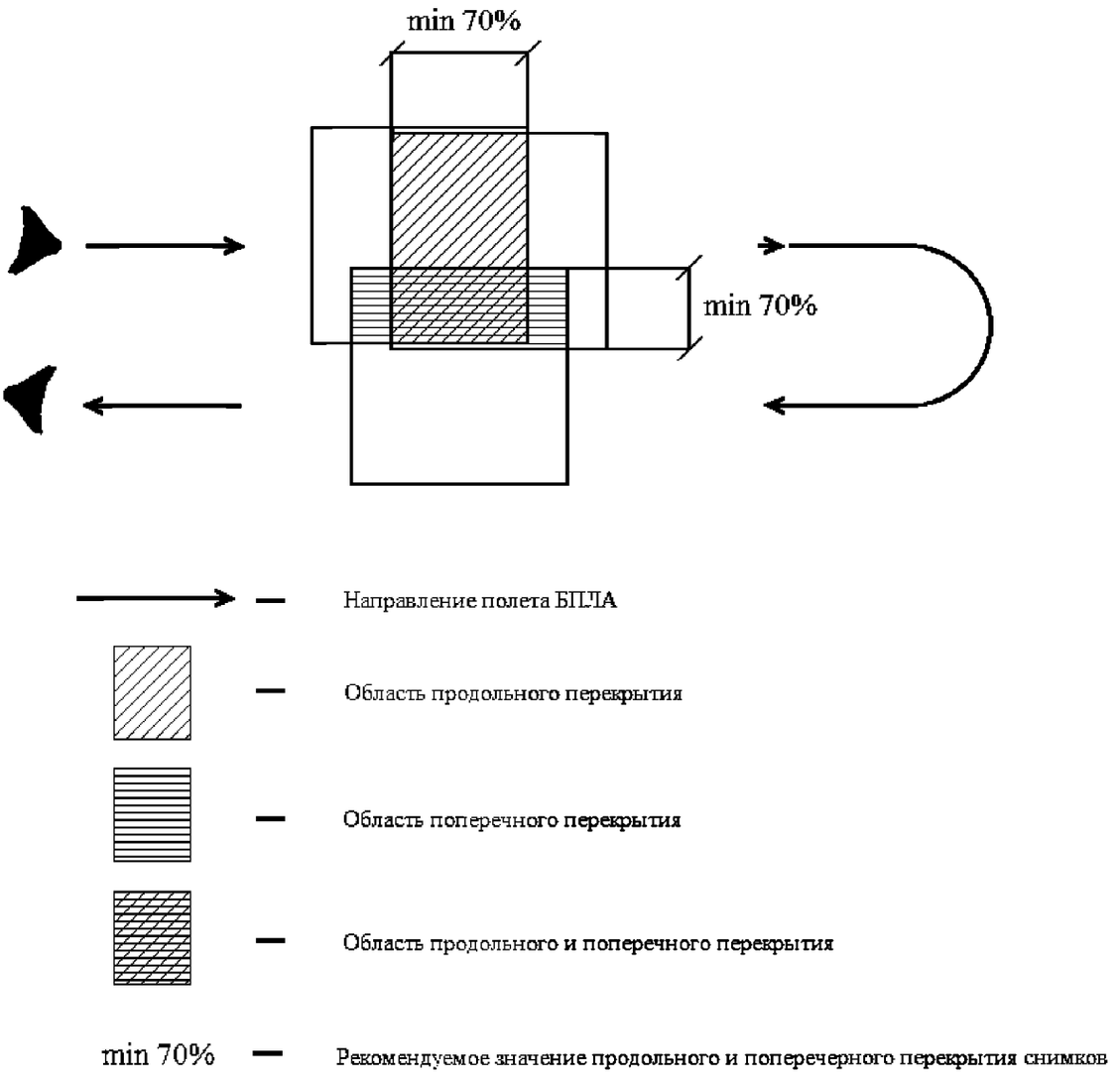


Рисунок И.1.

Примечание – Рекомендуемые величины перекрытия в продольном и поперечном направлении снимков должны быть не менее 70%.

Пример расчет параметров полета для камеры Sony NEX 5 по формуле:

GSD = (Sw x H x 100)/(Fr x imW).

Согласно параметрам камеры:

Sw - ширина сенсора камеры, 23.5мм;

Fr - фокусное расстояние, 16мм;

H - высота съемки, 100м (высота для примера);

imW - ширина кадра съемки (снимка), 4912 пиксел.

(23.5*100*100)/(16*4912)= 2.99 см/пикс.

GSD – размер пикселя на земле, 2.99см/пиксел;

Приложение К

Пример выполнения АФС с БПЛА (справочный).

1 Подготовительный этап

На подготовительном этапе собирается имеющийся картографический материал, данные изысканий прошлых лет, оформляются и получаются в надлежащем порядке: данные исходных пунктов, реперов согласно выписок Росреестра и документы, необходимые для проведения полетов БПЛА и аэрофотосъемки.

Уточняется и корректируется при необходимости внутреннее техническое задание на производство инженерно-геодезических изысканий, рассматривается использование АФС с БПЛА, осуществляется планирование видов работ с нанесением границ съемки на спутниковые снимки или мелкомасштабные карты, устанавливаются сроки. Составляется, согласовывается и утверждается программа работ.

Таблица К1 – Характеристики объекта инженерно-геодезических изысканий.

Наименование	Значение и пояснение
Стадия	реконструкция
Протяженность участка	10 км, уточнить на стадии инженерных изысканий
Количество рассматриваемых вариантов	не менее 3-х
Категория автодороги	II
Тип местности и характер местности	1-ая категория местности, преимущественно равнинная с небольшим перепадом высот, небольшими водными преградами (реки, ручьи), лесостепь, наличие участков с капитальной застройкой
Требования к топографической продукции	Инженерно-топографические планы и ИЦММ для проектирования: М 1:500 с сечением рельефа 0,5; съемка и материалы согласований, существующих подземных и наземных коммуникаций; съемку полотна автомобильной дороги выполнить поперечниками через 25м.
Система координат	согласно данным Росреестра, принятой для ведения кадастра (либо государственной с параметрами связи к местной системе координат ведения кадастра)
Система высот	Балтийская 77г.
Параметры коридора съемки	согласно прохождению трасс, шириной 300 м (по 150 м от оси трассы)
Требования к закреплениям	типы закреплений и расположение согласно СП 47.13330.2012 и СП 11-104-97;

Наименование	Значение и пояснение
	закрепления начала и конца трассы; знаки, позволяющие вынести на местность ось трассы и высотные репера (тип, методы закреплений и расположения согласовать в программе работ с заказчиком)

Таблица К2 - ТТХ используемого БПЛА:

Наименование характеристики	**Значение**
Время одного полета	до 50 мин
Скорость полета	50 – 130 км/ч
Радиус действия радиосвязи	10 км
Масса снаряженного БПЛА	2,5 кг
Размах крыльев	1м
Рабочая высота	75 – 250 м
Максимальная высота	5000м
Время развертывания	5 мин
Взлет	с катапульты
Посадка	на фюзеляж
Тип двигателя	электрический
Диапазон рабочих температур	–15°С до +40°С
Максимальная скорость ветра у земли	20 м/с
Получение центров фотографирования	одночастотный геодезический GPS/Глонасс приемник
Требования к ВПП	Площадка 100м х 100м

Таблица К3 - ТТХ съемочного оборудования

Параметры	Цифровая камера Sony NEX5
Ширина кадра (пикс.)	3264
Длина кадра (пикс.)	4912
МПикс.	16
Физ. размер пикселя (мкм)	4,9
Фокусное расстояние (мм)	16
Ширина сенсора камеры, мм	23.5

Планирование и расчет полетного задания производится на картографической основе, полученной на стадии сбора исходной информации. Согласно таблице 4 для масштаба съемки 1:500 параметр GSD устанавливается в размере 3,5 см/пиксель. Расчет параметра высоты съемки рассчитывается из формулы:

GSD = (Sw x H x 100)/(Fr x imW),

3,5 = (23,5 x H x 100)/(16 x 4912),

Выполнив вычисления, получаем высоту полета H ≈ 117 м.

Рассчитанный параметр высоты АФС обеспечивает безопасное выполнение полетов БПЛА, ввиду равнинного рельефа и превышения более 50 м от элементов застройки и инфраструктуры.

В результате расчетов полетного задания на прикладном ПО при обеспечении продольного и поперечного перекрытия снимков равным 70%, район полетов делится на 2 участка. Планируемые полетные задания обеспечивают совместную зону перекрытия не менее 50 м.

Выбор ВПП производится согласно ТТХ БПЛА, на имеющихся картографических материалах. Порядок выбора точки старта и посадки БПЛА:

- точка старта выбрана с максимально высокой отметкой земной поверхности относительно предполагаемого маршрута и с минимальным удалением;
- площадка имеет минимальное растительное покрытие и безопасные воздушные подходы в радиусе не менее 500 м, то есть поблизости отсутствуют объекты, препятствующие штатному режиму взлета, посадки и поиску БПЛА (реки, озера, овраги, строения, мачты, вышки и т. п.);
- определено направление и скорость ветра для задания направления взлета и посадки;
- отсутствуют препятствия для обеспечения радиосвязи между НСУ и БПЛА в направлении полета;
- обеспечена возможность визуального контроля выполнения взлета и посадки.

Метеорологическое обеспечение на планируемые даты проведения полетов:

- скорость ветра 5 м/с;
- порывы ветра у земли до 7 м/с;
- отсутствуют погодные условия, ухудшающие видимость;
- температура 8 - 13 °С;
- атмосферное давление 766 мм рт. ст.

Установка опознаков запланирована согласно схеме "конверт", состоящей из 10 опознаков и дополнительных опознаков в зоне перекрытия полетных заданий.

Обеспечение правового использования воздушного пространства (ВП) включает в себя[1]:

- согласование выполнения АФС с местным органом самоуправления;
- согласование выполнения АФС с территориальным органом ФСБ;
- направление Представления на установление «Временного режима», в Главный центр Единой системы организации воздушного движения РФ (ГЦ ЕС ОрВД);
- подача плана полета за день до предполагаемой даты полета.

2 Полевой этап.

На этапе выполнения полевой рекогносцировки местности производится:

[1] Возможны изменения ввиду актуализации Воздушного кодекса РФ

- осмотр объекта работ и установление соответствия, проведенного планирования работ фактическому;
- проверка мест взлета и посадки;
- поиск исходных пунктов и реперов согласно данных Росреестра;
- заложение пунктов планово-высотного обоснования (в том числе и высотных реперов);
- планово-высотная подготовка АФС;
- определение участков, подлежащих полевому дешифрированию.

Создание планово-высотного обоснования:

Количество исходных пунктов необходимых для создания планово-высотного обоснования учитывая требования СП 47.13330.2012 и ГКИНП (ОНТА)-02-262-02 не менее четырех исходных в плане, и пяти исходных по высоте.

Планово-высотная подготовка осуществляется в режиме кинематики с фиксированным решением с параллельной записью сырых данных для контроля.

Установка опознаков производится согласно схеме, разработанной на стадии проектирования полетного задания. Заложенные пункты планово-высотного обоснования, попадающие в зону АФС, также маркируются для четкого опознавания на снимках.

Закрепление опознаков носит временный характер и представляет собой перекрестие белого цвета, достаточных размеров, выполненное из плотного пластика, в качестве закрепления к поверхности земли используются металлические штыри. Маркирование жестких поверхностей (бетонные плиты, асфальтированное покрытые и др.) производится масляной краской контрастного цвета.

Способы и точность создания планово-высотного обоснования соответствуют требования СП 47.13330.2012. Установка опознаков осуществляется согласно планируемой схеме.

Проведение АФС.

Предполетная подготовка включает в себя:

- проверку подвижных элементов и корпуса БПЛА на наличие физических повреждений;
- проверку работы двигателя, сенсоров и датчиков автопилота;

- установку связи со спутниками GPS/Глонасс;
- настройку и проверку съемочного оборудования;
- проверку загруженного задания;
- проверку уровня заряда батарей БПЛА и съемочного оборудования.
- информирование диспетчера ЗЦ ЕС ОрВД о готовности к проведению полета, получение разрешения на взлет.

Взлет БПЛА осуществляется с мобильной катапульты. Набор высоты и дальнейшее выполнение полетного задания выполняется в автоматическом режиме.

Для обеспечения безопасности во время полета информация о текущем местонахождении, высоте, скорости и расчетном времени выполнения задания транслируется на НСУ. Оператор имеет возможность вмешаться в выполнение полета, прервав или изменив параметры полета.

По завершению выполнения полетного задания БПЛА направляется в зону посадки и зависает на высоте 75 м. Разрешение на посадку дает оператор, убедившись в безопасности маневра. Посадка производится на фюзеляж по заданной во время планирования полета посадочной линии.

После приземления БПЛА переводится в режим передачи данных с автопилота на НСУ. Результаты полетов представляют проектный маршрут и фактическое выполнение полетного задания, информацию с датчиков об отклонениях.

Полевая проверка качества снимков заключается в проверке целостности зоны покрытия съемки и выдержки показателей перекрытия соседних снимков. Проводился выборочный анализ качества снимков на наличие дефектов изображений, таких как смазывание изображений, наличия бликов или других искажений.

С учетом того, что необходимости в повторной АФС нет, диспетчер ЗЦ ЕС ОрВД проинформирован об окончании полетов.

Полевое дешифрирование.

Полевое дешифрирование производится на участках местности, не обеспечивающих получение достоверной информации (растительность, скрытые от аэрофотосъемки съемки элементы застройки, залесенные участки).

3 Камеральный этап.

Аэрофотоснимки, координаты центров проекции, координаты опорных и контрольных точек используются для построения фотограмметрической модели с целью изготовления ортофотопланов, получения ЦММ и сбора необходимой векторной информации.

При производстве камеральных работ используются рекомендации «Инструкции по фотограмметрическим работам при создании цифровых топографических карт и планов». Все работы выполняются в системе координат МСК-50 и Балтийской системе высот.

Обработка данных АФС.

Фотограмметрическая обработка выполняется в ПО Trimble Business Center.

В ПО Trimble Business Center выполняется уравнивание фотограмметрической сети в автоматическом режиме, контроль полученной модели по опорным и контрольным точкам, в автоматическом режиме выполняется построение ЦМР и ортофотопланов. Данное ПО поддерживает работу в различных система координат.

Обработка изображений с помощью Trimble Business Center включает следующие основные шаги:

- загрузка фотографий;
- проверка на отклонения от заданных параметров качества данных;
- уравнивание проекта;
- автоматическое построение ЦММ;
- создание бесшовных ортофотопланов с цветовой коррекцией;
- экспорт результатов.

Результаты обработки данных АФС:

- Геопривязанные ортофотопланы в формате *tif, с разрешением 5 см на местности;
- ЦММ в формате *.las построенная в автоматическом режиме.

Дальнейшая обработка производится так же в ПО Trimble Business Center и заключается в наборе пикетов, определении и нанесении контуров, классификации и разбивки элементов по слоям, согласно принятым внутренним стандартам. Данные операции выполняются с использованием встроенных инструментов программного продукта. Для получения

полноценной ИЦММ, полученные материалы дополняются результатами полевого дешифрирования. Результат экспортируется в формат *.dxf, для дальнейшего использования в САПР Robur.

По результатам камеральных работ составляется отчет по инженерно-геодезическим изысканиям.

ОКС __.___.___

Ключевые слова: дорожное хозяйство, отраслевой дорожный методический документ, изыскания, аэрофотосъемка, топография, БПЛА, ЦММ, автодорога

Руководитель организации-разработчика

ООО «Центр-Дорсервис»		
наименование организации		
Генеральный директор		М.А. Карпович
должность	личная подпись	инициалы, фамилия

СОИСПОЛНИТЕЛИ (при их наличии)

Руководитель организации соисполнителя

наименование организации		
должность	личная подпись	инициалы, фамилия

gost.e-ecolog.ru