

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Сыров Игорь Анатольевич
Должность: Директор
Дата подписания: 31.03.2026 16:41:47
Уникальный программный ключ:
b683afe664d7e9f64175886cf9626a198149a85f

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Уфимский университет науки и технологий»

Стерлитамакский филиал

колледж

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ОП.18 ОСНОВЫ АЭРОФОТОСЪЕМКИ

Наименование специальности

25.02.08 Эксплуатация беспилотных авиационных систем

Квалификация выпускника

Оператор беспилотных летательных аппаратов

Год начала подготовки

2026

Разработчик (составитель)

Преподаватель высшей категории

Хабибов Р. Э.

*ученая степень, ученое звание,
категория Ф.И.О.*

Форма обучения: заочная

Стерлитамак 2026

Рабочая программа разработана на основе федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по специальности 25.02.08 Эксплуатация авиационных беспилотных систем, утвержденного приказом Минпросвещения России от 09.01.2023 № 2.

Организация-разработчик: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уфимский университет науки и технологий», *колледж СФ УУНУТ*.

СОДЕРЖАНИЕ

1. ПАСПОРТ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ.....	4
1.1. Область применения рабочей программы.....	4
1.2. Место учебной дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы.....	4
1.3. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины:.....	4
2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	8
2.1. Объем дисциплины и виды учебной работы.....	8
2.2. Тематический план и содержание дисциплины.....	9
3. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ).....	11
4. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ.....	11
4.1. Требования к минимальному материально-техническому обеспечению.....	11
4.2. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля).....	11
4.2.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля).....	11
4.2.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее - сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины (модуля).....	12
5. ИНЫЕ СВЕДЕНИЯ И (ИЛИ) МАТЕРИАЛЫ.....	12
5.1. Перечень образовательных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.....	12
ПРИЛОЖЕНИЕ.....	14

1. ПАСПОРТ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Область применения рабочей программы

Рабочая программа дисциплины является частью основной образовательной программы в соответствии с ФГОС для специальности: **25.02.08 Эксплуатация авиационных беспилотных систем** (укрупнённая группа специальностей 25.00.00 Аэронавигация и эксплуатация авиационной и ракетно-космической техники), для обучающихся заочной формы обучения.

1.2. Место учебной дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина относится к общепрофессиональному циклу. Дисциплина реализуется в рамках обязательной части.

1.3. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины:

Код ОК, ПК	Умения	Знания
ОК 01. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности, применительно к различным контекстам	- распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте; - анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части; - определять этапы решения задачи; - выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы; - составить план действия; - определить необходимые ресурсы; - владеть актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах; - реализовать составленный план; - оценивать результат и последствия своих действий (самостоятельно или с помощью наставника).	- актуальный профессиональный и социальный контекст, в котором приходится работать и жить; - основные источники информации и ресурсы для решения задач и проблем в профессиональном и/или социальном контексте; - алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях; - методы работы в профессиональной и смежных сферах; - структуру плана для решения задач; - порядок оценки результатов решения задач профессиональной деятельности.
ОК 02. Осуществлять поиск, анализ и интерпретацию информации, необходимой для	- определять задачи поиска информации; - определять необходимые источники информации; - планировать процесс поиска; - структурировать получаемую	- номенклатура информационных источников, применяемых в профессиональной деятельности; - приемы структурирования

выполнения задач профессиональной деятельности.	информацию; - выделять наиболее значимое в перечне информации; - оценивать практическую значимость результатов поиска; - оформлять результаты поиска	информации; - формат оформления результатов поиска информации.
---	---	---

2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Очная форма обучения

Вид учебной работы	Объем часов
Максимальная учебная нагрузка (всего)	72
Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего)	8
в том числе:	
лекции (уроки)	4
практические занятия	4
лабораторные занятия	-
семинарские занятия	-
Самостоятельная работа обучающегося (всего)	64
Промежуточная аттестация в форме <i>итоговой контрольной работы</i> на летней сессии на 5 курсе - на базе основного общего образования – на летней сессии на 5 курсе.	-

2.2. Тематический план и содержание дисциплины

Очная форма обучения

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала, лабораторные и практические работы, самостоятельная работа обучающихся	Объем часов	Формируемые компетенции
1	2	3	4
<i>5 курс зимняя сессия</i>			
Раздел 1. Технические средства и физические основы аэрофотосъемки (АФС)			
Тема 1.1 Технические средства и физические основы аэрофотосъемки (АФС)	Содержание учебного материала		OK2
	Техническое оснащение аэрофотосъемочных систем (АС). Состав АС: носитель, камеры (АФК), гиropлатформы и навигационные блоки ГНСС/ИИУ.	2	
	Практические занятия		
	<i>Практическая работа №1.</i> Расчет геометрических параметров проектирования АФС. Определение базиса фотографирования, расчет проектных перекрытий и интервала включения камеры для различных типов местности.	2	
	Самостоятельная работа студента		OK 1, OK 2
	<i>Самостоятельная работа №1.</i> Изучение нормативно-правовой базы и ГОСТ Р 59328-2021 в области топографической АФС.	2	
	<i>Самостоятельная работа №2.</i> Сравнительный анализ ПЗС и КМОП-матриц: принципы регистрации изображения.	2	
	<i>Самостоятельная работа №3.</i> Технические характеристики панорамных и целевых систем АФС.	2	
	<i>Самостоятельная работа №4.</i> Анализ радиометрического разрешения и разрядности цифрового снимка.	2	
	<i>Самостоятельная работа №5.</i> Изучение форматов хранения данных (TIFF, RAW, JPEG) и их применения в фотограмметрии.	2	
	<i>Самостоятельная работа №6.</i> Расчет эквивалентного фокусного расстояния и кроп-фактора для матриц БПЛА.	2	
	<i>Самостоятельная работа №7.</i> Классификация АФС по углу наклона оптической оси: плановая и перспективная съемки.	2	
	<i>Самостоятельная работа №8.</i> Требования к условиям освещенности и высоте Солнца при выполнении работ.	2	
	<i>Самостоятельная работа №9.</i> Влияние метеоусловий (облачность, дымка) на качество первичных материалов.	2	
	<i>Самостоятельная работа №10.</i> Проектирование маршрутной сети	2	

	полета БВС с учетом рельефа.		
	Самостоятельная работа №11. Изучение процедур инициализации бортовых инерциальных систем ИИУ.	2	
	Самостоятельная работа №12. Алгоритмы действий оператора при резком изменении условий освещенности в полете.	2	
	Самостоятельная работа №13. Анализ допусков по отклонению фактической высоты полета от заданной.	2	
	Самостоятельная работа №14. Особенности аэрофотосъемки населенных пунктов и минимизация «мертвых зон».	2	
	Самостоятельная работа №15. Подготовка технического задания на производство АФС объекта.	2	
	Самостоятельная работа №16. Изучение навигационного обеспечения и систем координат (WGS-84, Пулково-42).	2	
5 курс летняя сессия			
Раздел 2. Обработка данных и контроль качества материалов АФС			
Тема 2.1 Обработка данных и контроль качества	Содержание учебного материала		OK1
	Методология комплексной оценки качества материалов цифровой АФС. Критерии фотографического (яркость, контраст, резкость) и фотограмметрического (геометрия маршрутов) качества.	2	
	Самостоятельная работа студента		OK 1, OK 2
	Самостоятельная работа №17. Технология послеполетной обработки и каталогизации «сырых» данных.	2	
	Самостоятельная работа №18. Методика создания накладного монтажа снимков в графических редакторах.	2	
	Самостоятельная работа №19. Анализ гистограмм яркости для контроля правильности экспонирования.	2	
	Самостоятельная работа №20. Количественная оценка показателя контраста цифрового изображения.	2	
	Самостоятельная работа №21. Определение величины «смаза» изображения (линейного элемента разрешения).	2	
	Самостоятельная работа №22. Изучение способов устранения виньетирования в специализированном ПО.	2	
	Самостоятельная работа №23. Определение фактических продольных и поперечных перекрытий по снимкам.	2	
	Самостоятельная работа №24. Расчет непрямолинейности маршрутов по стрелке прогиба.	2	
	Самостоятельная работа №25. Измерение углов разворота снимков	2	

	(«елочки») и недоворота на угол сноса.		
	Самостоятельная работа №26. Контроль углов наклона снимков по изображениям круглого уровня.	2	
	Самостоятельная работа №27. Определение фактического масштаба изображений по картографической основе.	2	
	Самостоятельная работа №28. Расчет высоты фотографирования над средней плоскостью объекта.	2	
	Самостоятельная работа №29. Основы автоматизированной обработки: выравнивание снимков и оптимизация камер в Agisoft Metashape.	2	
	Самостоятельная работа №30. Изучение этапов построения облака точек и цифровых моделей рельефа (ЦМР).	2	
	Самостоятельная работа №31. Анализ методов интерполяции данных при создании ортофотопланов.	2	
	Самостоятельная работа №32. Оформление отчетной документации: заполнение Паспорта АФС и журналов качества.	2	
Промежуточная аттестация в форме итоговой контрольной работы в летней сессии на 5 курсе		2	
Всего:		72	

3. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Фонд оценочных средств (далее – ФОС) – комплект методических и контрольных материалов, используемых при проведении текущего контроля освоения результатов обучения и промежуточной аттестации. ФОС предназначен для контроля и управления процессом приобретения обучающимися необходимых знаний, умений, практического опыта и компетенций, определенных во ФГОС.

Типовые контрольные оценочные средства, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы и методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций представлены в Приложении.

4. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Требования к минимальному материально-техническому обеспечению

Реализация программы дисциплины требует наличия учебного кабинета №155а.

Оборудование учебного кабинета: учебная мебель, доска

Технические средства обучения: проектор, экран, компьютеры в комплекте.

4.2. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

4.2.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Основная учебная литература:

1. Пантюшин, В. А. Дистанционное зондирование и фотограмметрия: оценка качества цифровой аэрофотосъемки материалов : учебное пособие для среднего профессионального образования / В. А. Пантюшин. — Москва : Издательство Юрайт, 2026. — 109 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-20727-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/589966> (дата обращения: 25.06.2026).

Дополнительная учебная литература:

1. Пантюшин, В. А. Беспилотная аэрофотосъемка и фотограмметрия: оценка качества материалов цифровой аэрофотосъемки : учебное пособие для вузов / В. А. Пантюшин. — Москва : Издательство Юрайт, 2026. — 80 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-20728-6. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/589967> (дата обращения: 25.06.2026).

2. Зольников, И. Д. Введение в геоинформационные системы и дистанционное зондирование : учебник для среднего профессионального образования / И. Д. Зольников. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 128 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-18576-8. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/568954> (дата обращения: 25.06.2026).

4.2.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее - сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Перечень договоров ЭБС и БД			
Учебный год		Наименование документа с указанием реквизитов	Срок действия документа
2026/2027	1	Договор на доступ к ЭБС ZNANIUM.COM между УУНиТ в лице директора СФ УУНиТ и ООО «Знаниум» № 272-эбс от 11.07.2024	С 12.07.2025 по 11.07.2026
	2	Договор на доступ к ЭБС «ЭБС ЮРАЙТ» (полная коллекция) между УУНиТ в лице директора СФ УУНиТ и ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ» № 1/26-эбс от 03.03.2026 г.	С 06.03.2026 по 05.03.2027
	3	Договор на доступ к ЭБС «Университетская библиотека онлайн» между УУНиТ «Нексмедиа» № 223-332 от 20.08.2025	01.10.2025 по 30.09.2026
	4	Договор на доступ к ЭБС «Лань» между УУНиТ и издательством «Лань» № 223-255 от 25.06.2025	С 08.08.2025 по 07.08.2026
	5	Договор на доступ к электронным изданиям в составе базы данных «НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА eLIBRARY.RU» между УУНиТ и ООО НЭБ № 223-423 от 22.10.2025	С 01.01.2026 по 30.12.2026
	6	Договор на БД диссертаций между УУНиТ и РГБ № 073/04/0056 от 04.07.2025	С 10.08.2025 по 09.08.2026
	7	Договор на доступ к ЭБС BOOK.ru (доступ к учебнику: Основы российской государственности : учебник / А. В. Малько, А. А. Вилков, В. В. Гурьев [и др.] ; под ред. А. В. Малько. — Москва : КноРус, 2024. — 263 с. — ISBN 978-5-406-12322-5) между УУНиТ в лице директора СФ УУНиТ и ООО «КноРус медиа» № 18521198 от 08.10.2025 г.	С 23.10.2025 по 22.10.2026

№	Адрес (URL)
1.	https://www.agisoft.com/ru/downloads/user-manuals/
2.	https://racurs.ru/support/documentation/

4.3.3. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

№	Наименование программного обеспечения
1.	Windows 10
2.	Microsoft Office
3.	Геоинформационная система SASPlanet
4.	Геоинформационная система Google Earth Pro
5.	Agisoft Metashape Пробная 30-дневная версия
6.	Meshroom

7.	Geoscan Planner 2.8
8.	Gescan Trainer

5. ИНЫЕ СВЕДЕНИЯ И (ИЛИ) МАТЕРИАЛЫ

5.1. ПЕРЕЧЕНЬ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Активные и интерактивные формы проведения занятий

Разбор конкретных ситуаций (кейс-метод): анализ материалов реальной аэрофотосъемки с выявленным браком (нарушение продольных/поперечных перекрытий, недопустимые углы наклона или наличие «елочки»), выявление технических причин брака и принятие решения о необходимости повторного залета (применяется на практических занятиях по контролю качества материалов).

Деловые и ролевые игры: моделирование процесса приемки-сдачи материалов аэрофотосъемки, где студенты распределяют роли «Заказчика» (инспектора ОТК) и «Исполнителя» (экипажа БВС), осуществляя проверку соответствия паспорта съемки и журналов качества требованиям технического задания и ГОСТ Р 59328-2021.

Групповые дискуссии и круглые столы: совместное обсуждение преимуществ и недостатков различных типов съемочных систем (например, сравнение ПЗС и КМОП-матриц), а также выбор оптимальных форматов данных (TIFF, JPEG) и методов интерполяции при создании цифровых моделей рельефа для решения специфических геодезических задач.

Тренинги (технологические): пошаговая отработка алгоритма фотограмметрической обработки данных в специализированном ПО (Agisoft Metashape), включая выравнивание снимков, построение плотного облака точек и генерацию ортофотоплана, а также первичная коррекция яркости и контраста изображений на основе анализа гистограмм.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Уфимский университет науки и технологий»

Стерлитамакский филиал

колледж

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ ОП.18 ОСНОВЫ АЭРОФОТОСЪЕМКИ

Наименование специальности

25.02.08 Эксплуатация беспилотных авиационных систем

Квалификация выпускника

Оператор беспилотных летательных аппаратов

Год начала подготовки

2026

Разработчик (составитель)

Преподаватель высшей категории

Хабибов Р. Э.

*ученая степень, ученое звание,
категория Ф.И.О.*

Форма обучения: заочная

Стерлитамак 2026

1. Паспорт фондов оценочных средств

1.1. Область применения

Фонд оценочных средств (ФОС) предназначен для проверки результатов освоения дисциплины «Основы аэрофотосъёмки», входящей в состав программы подготовки специалистов среднего звена по специальности 25.02.08 Эксплуатация авиационных беспилотных систем (укрупнённая группа специальностей 25.00.00 *Аэронавигация и эксплуатация авиационной и ракетно-космической техники*).

Объём часов на аудиторную нагрузку по дисциплине 8 часов, на самостоятельную работу 64 часов.

1.2. Объекты оценивания – результаты освоения дисциплины

ФОС позволяет оценить следующие результаты освоения дисциплины в соответствии с ФГОС специальности 25.02.08 Эксплуатация беспилотных авиационных систем и рабочей программой дисциплины «Основы аэрофотосъёмки»:

умения:

- распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте;
- анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части;
- определять этапы решения задачи;
- выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы;
- составить план действия;
- определить необходимые ресурсы;
- владеть актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах;
- реализовать составленный план;
- оценивать результат и последствия своих действий (самостоятельно или с помощью наставника);
- определять задачи поиска информации;
- определять необходимые источники информации;
- планировать процесс поиска;
- структурировать получаемую информацию;
- выделять наиболее значимое в перечне информации;
- оценивать практическую значимость результатов поиска;
- оформлять результаты поиска.

знания:

- актуальный профессиональный и социальный контекст, в котором приходится работать и жить;
- основные источники информации и ресурсы для решения задач и проблем в профессиональном и/или социальном контексте;
- алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях;
- методы работы в профессиональной и смежных сферах;
- структуру плана для решения задач;
- порядок оценки результатов решения задач профессиональной деятельности;
- номенклатура информационных источников, применяемых в профессиональной деятельности;
- приемы структурирования информации;
- формат оформления результатов поиска информации.

Вышеперечисленные умения, знания направлены на формирование у обучающихся следующих **общих и профессиональных компетенций**:

- ОК 01. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности, применительно к различным контекстам;
- ОК 02. Осуществлять поиск, анализ и интерпретацию информации, необходимой для выполнения задач профессиональной деятельности.

2. Формы контроля и оценки результатов освоения дисциплины

Контроль и оценка результатов освоения – это выявление, измерение и оценивание знаний, умений и формирующихся общих и профессиональных компетенций в рамках освоения дисциплины.

В соответствии с учебным планом специальности 25.02.08 Эксплуатация авиационных беспилотных систем, рабочей программой дисциплины «Основы аэрофотосъемки» предусматривается текущий и промежуточный контроль результатов освоения.

2.1 Формы текущего контроля

Текущий контроль успеваемости представляет собой проверку усвоения учебного материала, регулярно осуществляемую на протяжении курса обучения.

Текущий контроль результатов освоения дисциплины в соответствии с рабочей программой и календарно-тематическим планом происходит при использовании следующих обязательных форм контроля:

- выполнение и защита практических и лабораторных работ;
- проверка выполнения самостоятельной работы обучающихся.

Во время проведения учебных занятий дополнительно используются следующие формы текущего контроля – устный опрос, решение задач, тестирование по темам отдельных занятий.

Выполнение и защита заданий практических занятий. Практические занятия проводятся с целью усвоения и закрепления практических умений и знаний, овладения профессиональными компетенциями. В ходе практических занятий студенты приобретают умения, предусмотренные рабочей программой дисциплины, учатся анализировать и делать выводы, опираясь на теоретические знания.

Список практических занятий.

Практическая работа №1. Расчет геометрических параметров проектирования АФС. Определение базиса фотографирования, расчет проектных перекрытий и интервала включения камеры для различных типов местности.

Практическая работа №1. Расчет геометрических параметров проектирования АФС

Цель работы: получение навыков расчета основных технических показателей аэрофотосъемки (АФС), необходимых для обеспечения сплошного покрытия территории и соблюдения заданных геометрических параметров снимков в зависимости от типа местности.

Исходные данные:

- Тип местности и перепад высот на участке (ΔH).
- Заданная высота фотографирования H или масштаб съемки $1/m$.
- Технические характеристики аэрофотокамеры: фокусное расстояние f , размер кадра (l_x, l_y) .
- Путевая скорость носителя (W).

- Наличие или отсутствие гиросtabilизирующей платформы.

Ход проведения и этапы работы

Этап 1. Классификация местности по рельефу

Для выбора нормативных значений перекрытий необходимо определить тип местности по отношению перепада высот к высоте полета:

1. **Равнинная:** $\Delta H / H_{\phi} \leq 0,07$.
2. **Всхолмленная:** $\Delta H / H_{\phi} \leq 0,15$.
3. **Горная:** $\Delta H / H_{\phi} \leq 0,25$.

Этап 2. Определение проектных значений перекрытий

На основе классификации местности выбираются номинальные значения продольного (p_x) и поперечного (p_y) перекрытий согласно требованиям РАФ-89:

- Для **равнинной** местности при использовании гироплатформы: $p_x = 61\%$, $p_y = 30\%$.
- Для **всхолмленной** местности: $p_x = 64\%$, $p_y = 33\%$
- Для **горной** местности: $p_x = 68\%$, $p_y = 37\%$.
- При отсутствии гироплатформы значения перекрытий увеличиваются (например, до 63% и 32% для равнины соответственно).
- *Примечание:* При использовании БПЛА рекомендуемые значения часто выше — до 80% продольного и 60% поперечного.

Этап 3. Расчет базиса фотографирования на снимке (b_x)

Базис на снимке — это расстояние между главными точками соседних снимков в масштабе изображения. Он рассчитывается с учетом размера стороны кадра и величины перекрытия

в процентах: $b_x = l_x \times \frac{100\% - p_x\%}{100\%}$, где l_x — размер стороны снимка по направлению маршрута.

Этап 4. Расчет базиса фотографирования на местности (B)

Базис на местности — это расстояние между точками экспонирования в пространстве. Он определяется через знаменатель масштаба съемки (m): $B = b_x \times m$. Знаменатель масштаба, в свою очередь, зависит от высоты полета и фокусного расстояния камеры: $m = H / f$.

Этап 5. Расчет расстояния между осями маршрутов (B_y)

Для обеспечения поперечного перекрытия рассчитывается расстояние между осями смежных маршрутов на местности: $B_y = l_y \times m \times \frac{100\% - p_y\%}{100\%}$ где l_y — длина поперечной стороны снимка.

Этап 6. Расчет временного интервала включения камеры (τ)

Интервал времени между экспозициями обеспечивает заданное продольное перекрытие при известной путевой скорости носителя (W): $\tau = B / W$. Полученное значение позволяет настроить командный прибор аэрофотоустановки для автоматической съемки.

Оформление результатов

1. Сводная таблица рассчитанных параметров ($p_x, p_y, b_x, B, B_y, \tau$).
2. Схема расположения снимков в маршруте с указанием рабочей площади снимка — центральной части, ограниченной линиями через середины перекрытий.
3. Вывод о соответствии выбранных параметров требованиям технического задания и ГОСТ Р 59328-2021.

Проверка выполнения самостоятельной работы. Самостоятельная работа направлена на самостоятельное освоение и закрепление обучающимися практических умений и знаний.

Самостоятельная подготовка обучающихся по дисциплине предполагает следующие виды и формы работы:

- систематическая проработка конспектов занятий, учебной и специальной технической литературы;
- самостоятельное изучение материала и конспектирование лекций по учебной и специальной литературе;
- работа со справочной литературой и нормативными материалами;
- оформление отчетов по практическим занятиям, и подготовка к их защите.

Список самостоятельной работы студента.

Самостоятельная работа №1. Изучение нормативно-правовой базы и ГОСТ Р 59328-2021 в области топографической АФС.

Самостоятельная работа №2. Сравнительный анализ ПЗС и КМОП-матриц: принципы регистрации изображения.

Самостоятельная работа №3. Технические характеристики панорамных и щелевых систем АФС.

Самостоятельная работа №4. Анализ радиометрического разрешения и разрядности цифрового снимка.

Самостоятельная работа №5. Изучение форматов хранения данных (TIFF, RAW, JPEG) и их применения в фотограмметрии.

Самостоятельная работа №6. Расчет эквивалентного фокусного расстояния и кроп-фактора для матриц БПЛА.

Самостоятельная работа №7. Классификация АФС по углу наклона оптической оси: плановая и перспективная съемки.

Самостоятельная работа №8. Требования к условиям освещенности и высоте Солнца при выполнении работ.

Самостоятельная работа №9. Влияние метеоусловий (облачность, дымка) на качество первичных материалов.

Самостоятельная работа №10. Проектирование маршрутной сети полета БВС с учетом рельефа.

Самостоятельная работа №11. Изучение процедур инициализации бортовых инерциальных систем ИИУ.

Самостоятельная работа №12. Алгоритмы действий оператора при резком изменении условий освещенности в полете.

Самостоятельная работа №13. Анализ допусков по отклонению фактической высоты полета от заданной.

Самостоятельная работа №14. Особенности аэрофотосъемки населенных пунктов и минимизация «мертвых зон».

Самостоятельная работа №15. Подготовка технического задания на производство АФС объекта.

Самостоятельная работа №16. Изучение навигационного обеспечения и систем координат (WGS-84, Пулково-42).

8 семестр

Самостоятельная работа №17. Технология послеполетной обработки и каталогизации «сырых» данных.

Самостоятельная работа №18. Методика создания накидного монтажа снимков в графических редакторах.

Самостоятельная работа №19. Анализ гистограмм яркости для контроля правильности экспонирования.

Самостоятельная работа №20. Количественная оценка показателя контраста () цифрового изображения.

Самостоятельная работа №21. Определение величины «смаза» изображения (линейного элемента разрешения).

Самостоятельная работа №22. Изучение способов устранения виньетирования в специализированном ПО.

Самостоятельная работа №23. Определение фактических продольных и поперечных перекрытий по снимкам.

Самостоятельная работа №24. Расчет непрямолинейности маршрутов по стрелке прогиба.

Самостоятельная работа №25. Измерение углов разворота снимков («елочки») и недоворота на угол сноса.

Самостоятельная работа №26. Контроль углов наклона снимков по изображениям круглого уровня.

Самостоятельная работа №27. Определение фактического масштаба изображений по картографической основе.

Самостоятельная работа №28. Расчет высоты фотографирования над средней плоскостью объекта.

Самостоятельная работа №29. Основы автоматизированной обработки: выравнивание снимков и оптимизация камер в Agisoft Metashape.

Самостоятельная работа №30. Изучение этапов построения облака точек и цифровых моделей рельефа (ЦМР).

Самостоятельная работа №31. Анализ методов интерполяции данных при создании ортофотопланов.

Самостоятельная работа №32. Оформление отчетной документации: заполнение Паспорта АФС и журналов качества.

Самостоятельная работа №1. Изучение нормативно-правовой базы и ГОСТ Р 59328-2021 в области топографической АФС

- Содержание: Изучение системы государственного регулирования аэрофотосъемочных работ в Российской Федерации.
- Виды работ: Основной акцент делается на детальной проработке ГОСТ Р 59328-2021, который устанавливает современные технические требования к производству топографической аэрофотосъемки. Также изучаются сопутствующие стандарты (например, ГОСТ Р 58854-2020) и требования инструкции РАФ-89, касающиеся допусков и методов контроля материалов.

Самостоятельная работа №2. Сравнительный анализ ПЗС и КМОП-матриц: принципы регистрации изображения

- Содержание: Анализ физических основ работы современных цифровых приемников изображения.
- Виды работ: Сравнительное изучение принципа действия ПЗС-матриц, основанного на явлении внешнего фотоэффекта, и КМОП-матриц, использующих внутренний фотоэффект. Студент анализирует такие характеристики, как энергопотребление (которое у КМОП значительно ниже), уровень шумов, скорость считывания данных и особенности конструктивного исполнения (наличие индивидуальных усилителей в каждом элементе КМОП-матрицы).

Самостоятельная работа №3. Технические характеристики панорамных и щелевых систем АФС

- Содержание: Изучение конструктивных различий и областей применения специализированных систем получения изображений.
- Виды работ: Сравнительный анализ принципов построения изображения: непрерывное сканирование местности через узкую щель в щелевых камерах и получение широкоугольных обзоров «от горизонта до горизонта» в панорамных системах. Студент рассматривает геометрические особенности (проекции) получаемых снимков и их пригодность для различных видов картографирования.

Самостоятельная работа №4. Анализ радиометрического разрешения и разрядность цифрового снимка

- Содержание: Оценка информативности цифровых данных в зависимости от глубины

цвета.

- Виды работ: Изучение понятия радиометрического разрешения, которое определяет количество градаций яркости, фиксируемых сенсором. Анализируется влияние разрядности (например, 8 бит — 256 уровней, или 12–14 бит для профессиональных систем) на дешифровочные свойства снимка, передачу деталей в глубоких тенях и ярких светах, а также на объем файла хранения данных.

Самостоятельная работа №5. Изучение форматов хранения данных (TIFF, RAW, JPEG) и их применения в фотограмметрии

- Содержание: Исследование структуры цифровых файлов и методов сжатия информации.
- Виды работ: Анализ преимуществ формата TIFF как универсального и самодокументируемого стандарта, поддерживающего теги калибровки камер. Изучение возможностей формата RAW («сырые» данные) для последующей цветокоррекции и борьбы с потерями информации. Оценка недостатков формата JPEG, связанных с потерей качества из-за сжатия, что делает его менее предпочтительным для точных измерений.

Самостоятельная работа №6. Расчет эквивалентного фокусного расстояния и кроп-фактора для матриц БПЛА

- Содержание: Определение геометрических параметров съемочных систем относительно стандарта 35-мм пленки.
- Виды работ: Студент изучает логику пересчета реального фокусного расстояния объектива в эквивалентное с использованием кроп-фактора, который зависит от физического размера конкретной цифровой матрицы. Рассматривается влияние этих параметров на угол поля зрения камеры и масштаб получаемого изображения при фиксированной высоте полета.

Самостоятельная работа №7. Классификация АФС по углу наклона оптической оси: плановая и перспективная съемки

- Содержание: Изучение видов аэрофотосъемки по геометрии построения кадра.
- Виды работ: Рассмотрение условий выполнения плановой съемки, при которой отклонение оптической оси от вертикали не превышает 3 градусов, и перспективной съемки, предназначенной для визуализации фасадов зданий или работы в условиях горного рельефа. Анализируется характер геометрических искажений и методика фотограмметрической обработки для каждого вида.

Самостоятельная работа №8. Требования к условиям освещенности и высоте Солнца при выполнении работ

- Содержание: Анализ влияния внешних факторов на фотографическое качество материалов.
- Виды работ: Изучение нормативных ограничений по высоте Солнца над горизонтом (обычно не менее 15–20 градусов), необходимых для минимизации длины падающих теней и обеспечения достаточной освещенности объектов. Студент рассматривает причины, по которым работы рекомендуется проводить в безоблачную погоду или при сплошной высокой облачности («под зонтом») для получения равномерно освещенных снимков.

Самостоятельная работа №9. Влияние метеоусловий (облачность, дымка) на качество первичных материалов

- Содержание: Изучение ограничений летно-съемочного процесса, связанных с состоянием атмосферы.
- Виды работ: Анализ условий, при которых допускается съемка при сплошной облачности (метод «под зонтом»), когда высота полета ниже границы облаков. Рассматривается влияние дымки на снижение контраста изображения и требования к повторному залету при обнаружении на снимках теней от облаков, бликов или ореолов, скрывающих детали объектов.

Самостоятельная работа №10. Проектирование маршрутной сети полета БВС с учетом рельефа

- Содержание: Планирование траектории движения носителя для обеспечения сплошного покрытия территории.
- Виды работ: Изучение принципов построения параллельных маршрутов (галсов) с учетом заданных проектных перекрытий. Студент анализирует, как перепады высот на объекте влияют на изменение фактического масштаба изображения и почему при проектировании необходимо учитывать тип местности (равнинная, всхолмленная или горная) для предотвращения разрывов в покрытии.

Самостоятельная работа №11. Изучение процедур инициализации бортовых инерциальных систем ИИУ

- Содержание: Технология подготовки навигационного оборудования к точной регистрации элементов ориентирования.
- Виды работ: Изучение обязательных регламентных маневров (динамическая инициализация), которые оператор должен выполнить за 10 минут до начала съемки первого маршрута и повторить после завершения работ. Анализируются требования к удалению от базовой станции ГНСС и количеству видимых спутников для обеспечения точности определения координат центров проектирования.

Самостоятельная работа №12. Алгоритмы действий оператора при резком изменении условий освещенности в полете

- Содержание: Управление параметрами цифровой съемки в динамических условиях освещения.
- Виды работ: Разработка пошагового алгоритма мониторинга гистограммы яркости в реальном времени. Студент изучает правила перехода на ручную корректировку выдержки или диафрагмы при изменении яркости объектов (например, выход из тени облака), чтобы избежать «выбитых» светов и сохранить показатель контраста в пределах нормы.

Самостоятельная работа №13. Анализ допусков по отклонению фактической высоты полета от заданной

- Содержание: Контроль соблюдения параметров полетного задания.
- Виды работ: Изучение нормативных таблиц допусков (согласно РАФ-89), ограничивающих отклонение реальной высоты фотографирования от проектной. Анализируется, почему для равнинной местности допуск строже (не более 3%), чем для горной (до 5%), и как эти отклонения влияют на точность фотограмметрических измерений и расчет базиса.

Самостоятельная работа №14. Особенности аэрофотосъемки населенных пунктов и минимизация «мертвых зон»

- Содержание: Специфика съемки территорий с плотной высотной застройкой.
- Виды работ: Рассмотрение требований к времени выполнения работ (утренние или вечерние часы), когда тени наиболее прозрачны и не скрывают детали улиц. Изучение способов борьбы с «мертвыми зонами» за счет увеличения процента перекрытий или использования многокамерных систем для получения изображений фасадов зданий.

Самостоятельная работа №15. Подготовка технического задания на производство АФС объекта

- Содержание: Формирование требований к качеству и составу отчетных материалов.
- Виды работ: Изучение ключевых разделов технического задания (ТЗ): определение границ объекта, выбор масштаба съемки, задание системы координат и точности внешнего ориентирования снимков. Студент учится формулировать требования к форматам данных (например, TIFF) и составу сопроводительной документации, включая Паспорт АФС и журналы оценки качества.

Самостоятельная работа №16. Изучение навигационного обеспечения и систем

координат (WGS-84, Пулково-42)

- Содержание: Геодезическая основа аэрофотосъемочных и картографических работ.
- Виды работ: Сравнительный анализ глобальных спутниковых систем координат (WGS-84, ПЗ-90) и локальных референчных систем (Пулково-42/95). Изучение принципов работы бортовых ГНСС-приемников и инерциальных систем для вычисления элементов внешнего ориентирования снимков в выбранной картографической проекции.

Самостоятельная работа №17. Технология послеполетной обработки и каталогизации «сырых» данных

- Содержание: Изучение регламента первичных действий специалиста сразу после завершения полетного задания.
- Виды работ: Ознакомление с процедурой переноса данных с бортовых носителей на наземные станции. Студент изучает методы каталогизации «сырых» файлов (необработанных снимков и журналов ГНСС), правила создания резервных копий и первичной отбраковки кадров с явными дефектами (облачность, резкие маневры БВС).

Самостоятельная работа №18. Методика создания накидного монтажа снимков в графических редакторах

- Содержание: Освоение технологии визуальной сборки маршрутов для контроля полноты охвата территории.
- Виды работ: Изучение инструментов работы со слоями в Adobe Photoshop. Студент рассматривает алгоритм совмещения смежных снимков по общим контурным точкам, использование режима прозрачности слоев для контроля точности наложения и правила формирования итоговой индексной карты (схемы покрытия) объекта.

Самостоятельная работа №19. Анализ гистограмм яркости для контроля правильности экспонирования

- Содержание: Изучение графических методов оценки фотографического качества цифровых изображений.
- Виды работ: Анализ формы распределения яркостей пикселей. Студент учится выявлять дефекты экспозиции: недозаэкспонирование (смещение графика влево), переэкспонирование (смещение вправо) и потерю информации в критических областях («выбитые» света и глубокие тени).

Самостоятельная работа №20. Количественная оценка показателя контраста (К) цифрового изображения

- Содержание: Математическая оценка динамического диапазона снимка.
- Виды работ: Изучение методики расчета показателя контраста на основе максимальных и минимальных значений яркости, полученных из гистограммы. Студент анализирует соответствие полученных данных нормативному диапазону (от 0,75 до 0,99) и оценивает пригодность снимка для дальнейшего дешифрирования.

Самостоятельная работа №21. Определение величины «смаза» изображения (линейного элемента разрешения)

- Содержание: Оценка резкости снимка и влияния динамических колебаний носителя на четкость картинки.
- Виды работ: Изучение методики измерения ширины зоны перехода на границе контрастных объектов в пикселях. Студент рассматривает применение фильтра «Цветовой контраст» для выделения контуров и проверяет соблюдение технического требования: величина нерезкости не должна превышать 1,25 пикселя.

Самостоятельная работа №22. Изучение способов устранения виньетирования в специализированном ПО

- Содержание: Технология компенсации радиометрических искажений (затемнения углов снимка).

- Виды работ: Ознакомление с инструментами автоматической коррекции яркости и баланса белого. Студент изучает функции специализированного ПО (например, Agisoft Metashape или Adobe Photoshop) по выравниванию освещенности по полю кадра для обеспечения визуальной однородности мозаики снимков.

Самостоятельная работа №23. Определение фактических продольных и поперечных перекрытий по снимкам

- Содержание: Инструментальный контроль соблюдения геометрии аэрофотосъемки.
- Виды работ: Измерение линейных размеров перекрывающихся областей на накидном монтаже с помощью измерительных инструментов. Студент учится вычислять процент фактического перекрытия и сравнивать его с проектными значениями и допусками, установленными в нормативных актах (например, РАФ-89).

Самостоятельная работа №24. Расчет непрямолинейности маршрутов по стрелке прогиба

- Содержание: Анализ качества навигации и стабильности курса носителя.
- Виды работ: Изучение алгоритма построения осевой линии маршрута между центрами первого и последнего снимков. Студент рассматривает методику измерения максимального уклонения (стрелки прогиба) промежуточных снимков от оси и вычисляет процент непрямолинейности, который не должен превышать 3%.

Самостоятельная работа №25. Измерение углов разворота снимков («елочки») и недоворота на угол сноса

- Содержание: Оценка точности ориентирования камеры относительно оси маршрута для предотвращения разрывов в покрытии.
- Виды работ: Изучение методики измерения угла разворота на накидном монтаже с помощью инструмента «Линейка». Студент анализирует причины возникновения «елочки» из-за влияния ветра и проверяет соблюдение допусков: не более 6–7 градусов при использовании гироплатформы и до 10–14 градусов без неё.

Самостоятельная работа №26. Контроль углов наклона снимков по изображениям круглого уровня

- Содержание: Оценка стабильности положения оптической оси аэрофотоаппарата в момент экспонирования.
- Виды работ: Поиск и дешифрирование изображения круглого уровня в углу цифрового снимка. Студент изучает правила снятия показаний по положению пузырька уровня для определения фактических углов крена и тангажа, фиксируя данные в журнале оценки фотограмметрического качества.

Самостоятельная работа №27. Определение фактического масштаба изображений по картографической основе

- Содержание: Инструментальная проверка реального масштаба полученных снимков путем сравнения с картой.
- Виды работ: Идентификация контрольных базисных линий (дорог, строений) одновременно на снимке и на топографическом плане. Студент измеряет длины этих линий и рассчитывает фактический знаменатель масштаба снимка, исходя из масштаба используемой карты.

Самостоятельная работа №28. Расчет высоты фотографирования над средней плоскостью объекта

- Содержание: Определение реальной высоты полета носителя на основе метрических параметров съемки.
- Виды работ: Студент изучает взаимосвязь между фокусным расстоянием камеры, вычисленным фактическим масштабом и высотой полета. Проводится анализ отклонения реальной высоты от проектной и оценка влияния этих отклонений на точность последующих геодезических построений.

Самостоятельная работа №29. Основы автоматизированной обработки:

выравнивание снимков и оптимизация камер в Agisoft Metashape

- Содержание: Изучение начальных этапов технологического цикла фотограмметрической обработки данных.
- Виды работ: Ознакомление с алгоритмом автоматического поиска связующих точек («Align Photos») и процедурой уточнения параметров калибровки камеры. Студент изучает настройки преселекции пар снимков и методы оптимизации выравнивания для минимизации ошибок репроецирования.

Самостоятельная работа №30. Изучение этапов построения облака точек и цифровых моделей рельефа (ЦМР)

- Содержание: Технология создания пространственной основы для трехмерного моделирования местности.
- Виды работ: Анализ режимов плотности при генерации облака точек и процедур автоматической классификации точек на классы «земля» и «объекты». Студент изучает этапы формирования ЦМР на основе отфильтрованных точек рельефа для получения качественной матрицы высот.

Самостоятельная работа №31. Анализ методов интерполяции данных при создании ортофотопланов

- Содержание: Изучение математических алгоритмов восстановления поверхности в «мертвых зонах» и между точками облака.
- Виды работ: Сравнительный анализ методов «Ближайший сосед», билинейной и бикубической интерполяции в контексте их влияния на визуальную гладкость и метрическую точность итогового ортофотоплана. Студент рассматривает выбор режима интерполяции в ПО Agisoft Metashape в зависимости от сложности рельефа.

Самостоятельная работа №32. Оформление отчетной документации: заполнение Паспорта АФС и журналов качества

- Содержание: Фиксация результатов выполненных работ и контроля качества в официальных отчетных формах.
- Виды работ: Изучение структуры и правил заполнения Паспорта аэрофотосъемки (сведения о носителе, камере, границах объекта). Ведение журналов оценки фотографического и фотограмметрического качества, где обобщаются все выявленные дефекты и измерительные показатели, на основе которых принимается решение о приемке материалов заказчиком.

Во время проведения учебных занятий дополнительно используются следующие формы текущего контроля – устный опрос, тестирование по темам отдельных занятий.

Инструкция по выполнению теста

Номер задания	Уровень сложности
1,2	базовый
3,4	базовый
5	базовый
6	базовый
7,8	высокий
9,10	базовый
11,12	базовый
13	базовый
14	базовый
15,16	высокий

Критерии оценивания

Номер задания	Результат оценивания (баллы, полученные за выполнения задания)
Задание 1, 2, 9, 10	Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом; неверный ответ или его отсутствие — 0 баллов.
Задание 3, 4, 11, 12	Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом; неверный ответ или его отсутствие — 0 баллов.
Задание 5, 13	Совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом; неверный ответ или его отсутствие — 0 баллов.
Задание 6, 14	Совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом; неверный ответ или его отсутствие — 0 баллов.
Задание 7, 8, 15, 16	Полный правильный ответ на задание оценивается 3 баллами; если допущена одна ошибка/неточность /ответ правильный, но не полный — 1 балл, если допущено более одной ошибки / ответ неправильный / ответ отсутствует — 0 баллов.

Количество баллов	Оценка
от 21 до 24	Отлично
от 17 до 20	Хорошо
от 12 до 16	Удовлетворительно
от 0 до 11	неудовлетворительно

Время выполнения задания - 90 минут.

Тест:

ВАРИАНТ 1

1. Прочитайте текст, выберите правильный ответ. При выполнении плановой аэрофотосъемки в условиях переменной освещенности без использования системы компенсации сдвига изображения (КСИ), какой режим работы цифровой камеры является наиболее предпочтительным для минимизации «смаза»?

- А) Режим приоритета диафрагмы.
- Б) Полностью автоматический режим (Auto).

В) Режим приоритета выдержки при минимальном её значении.

Г) Ручной режим (Manual) с фиксированным ISO 100.

2. Прочитайте текст, выберите правильный ответ. Каким техническим решением следует воспользоваться для сохранения заданного направления оптической оси аэрофотокамеры и компенсации угла сноса БВС в процессе полета?

А) Использование гиросtabilизированной платформы.

Б) Программная корректировка в Agisoft Metashape.

В) Увеличение продольного перекрытия до 90%.

Г) Изменение курсового угла носителя на 5 градусов.

3. Прочитайте текст, выберите правильные ответы. Выберите параметры, которые необходимо учитывать при проектировании маршрута полета БВС для обеспечения безопасности и качества материалов АФС на горной местности:

А) Задание безопасной высоты полета (не менее 100-300 м над препятствиями).

Б) Учет перепада высот на участке для расчета фактического перекрытия.

В) Использование только широкоугольной оптики ПАФА.

Г) Обязательное наличие снежного покрова для контрастности.

4. Прочитайте текст, выберите правильные ответы. Какие методы позволяют увеличить ширину фотографируемого маршрута (захвата) за один пролет носителя?

А) Использование панорамных аэрофотоаппаратов.

Б) Применение многокамерных регистрирующих систем.

В) Переход на мелкомасштабную съемку (1:200 000).

Г) Съемка только в надир при любых углах наклона.

5. Прочитайте текст и установите соответствие. Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами. Установите соответствие между категорией масштаба аэрофотосъемки и числовым значением знаменателя масштаба (1:M):

Категория		Значение	
А	Крупномасштабная	1	1:M < 1:51 000
Б	Среднемасштабная	2	1:M > 1:15 000
В	Мелкомасштабная	3	1:M < 1:200 000
Г	Сверхмелкомасштабная	4	1:16 000 < 1:M < 1:50 000

6. Прочитайте текст и установите последовательность. Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо. Укажите верную последовательность процессов, составляющих полный комплекс работ по аэрофотосъемке (АФС):

А) Выполнение летно-съемочных работ.

Б) Проектирование аэрофотосъемки.

В) Контроль качества и оформление материалов.

Г) Послеполетная обработка данных.

7. Прочитайте текст и запишите развёрнутый обоснованный ответ. Опишите алгоритм действий оператора БВС при резком изменении условий освещенности (появление облачности) в процессе выполнения маршрутного полета для сохранения фотографического качества материалов.

8. Прочитайте текст и запишите развёрнутый обоснованный ответ. Обоснуйте выбор между построением цифровой модели местности (ЦММ) и цифровой модели рельефа (ЦМР) при создании ортофотоплана лесного массива. Какое предварительное действие с облаком точек необходимо выполнить для построения ЦМР?

9. Прочитайте текст, выберите правильный ответ. В каком формате данных чаще всего хранятся метаданные цифрового снимка (фокусное расстояние, параметры матрицы), доступные для анализа в стандартных операционных системах?

А) TIFF.

- Б) Exif.
- В) RGB.
- Г) PDF.

10. Прочитайте текст, выберите правильный ответ. Какой показатель используется для количественной оценки правильности экспонирования и первичной обработки снимка на основе анализа диапазона яркостей пикселей?

- А) Коэффициент контраста К.
- Б) Базис фотографирования b .
- В) Угол наклона снимка.
- Г) Кроп-фактор матрицы.

11. Прочитайте текст, выберите правильные ответы. Какие объекты информационного канала аэрофотосъемки выделяются согласно схеме визуализации цифровых данных?

- А) Электронное изображение.
- Б) Цифровое изображение.
- В) Снимок (оптическое изображение).
- Г) Накладной монтаж на бумажной основе.

12. Прочитайте текст, выберите правильные ответы. Выберите верные характеристики, которые определяют фотограмметрическое (геометрическое) качество материалов аэрофотосъемки согласно РАФ-89:

- А) Величины продольных и поперечных перекрытий.
- Б) Углы наклона оптической оси АФА.
- В) Значение индекса растительности NDVI.
- Г) Непрямолинейность маршрутов полета.

13. Прочитайте текст и установите соответствие. Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами. Установите соответствие между форматом хранения растровых данных и его ключевым свойством:

Формат		Свойство	
А	JPEG	1	Универсальный формат с тегами для профессиональной обработки
Б	TIFF	2	Формат «сырых» данных, содержащий необработанную информацию с сенсора
В	RAW	3	Распространенный формат со сжатием данных
Г	GeoTIFF	4	Формат, содержащий встроенную геодезическую привязку изображения

14. Прочитайте текст и установите последовательность. Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо. Расположите этапы автоматизированной обработки материалов АФС в программе Agisoft Metashape в логическом порядке:

- А) Построение цифровой модели местности (ЦММ).
- Б) Выравнивание снимков (фототриангуляция).
- В) Построение ортофотоплана.
- Г) Построение плотного облака точек.

15. Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ. Проанализируйте влияние разрядности (глубины цвета) цифрового снимка на дешифровочные свойства изображения. Почему при АФС рекомендуется использовать

разрядность не менее 8 бит на цветовой канал?

16. Прочитайте текст и запишите развёрнутый обоснованный ответ. Дайте определение понятию «смаз» (зона нерезкости) изображения. Укажите максимально допустимое значение этого параметра в пикселях согласно требованиям к качеству материалов АФС.

ВАРИАНТ 2

1. Прочитайте текст, выберите правильный ответ. Какое предельно допустимое отклонение фактической высоты фотографирования от заданной проектом установлено для выполнения аэрофотосъемки на всхолмленных и горных территориях?

- А) Не более 3 %.
- Б) Не более 10 %.
- В) Не более 5 %.
- Г) Не более 15 %.

2. Прочитайте текст, выберите правильный ответ. При проектировании АФС населенного пункта для получения наиболее «прозрачных» теней на снимках, какое время суток и условия освещенности являются оптимальными?

- А) Полдень при высоте Солнца 45–60°.
- Б) Утренние часы при высоте Солнца не менее 15°.
- В) Вечерние часы («золотой час») перед закатом.
- Г) Любое время при сплошной нижней облачности.

3. Прочитайте текст, выберите правильные ответы. Выберите технические устройства, входящие в состав бортового сегмента аэрофотосъемочной системы, предназначенные для определения навигационных параметров и элементов внешнего ориентирования в полете:

- А) Блок определения положения и ориентации (ГНСС/ИИУ).
- Б) Командный прибор (КП) управления экспозицией.
- В) Доплеровский измеритель скорости и сноса.
- Г) Лазерный дальномер для замера базиса.

4. Прочитайте текст, выберите правильные ответы. Какие условия состояния земной поверхности являются обязательными для проведения качественной топографической аэрофотосъемки согласно нормативным требованиям?

- А) Наличие свежеснежного покрова.
- Б) Отсутствие снежного покрова на объекте.
- В) Максимальное развитие лиственного покрова деревьев.
- Г) Предпочтительно безлиственный период (для видимости рельефа).

5. Прочитайте текст и установите соответствие. Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами. Установите соответствие между видом аэрофотосъемки и допустимым углом наклона оптической оси объектива АФА от вертикали:

Вид АФС		Угол наклона	
А	Плановая	1	От 13° до 45°
Б	Перспективная	2	Не более 3°
В	С использованием гироплатформы	3	Не более 13°
Г	Без использования гироплатформы	4	От 7' до 10' (предел 40')

6. Прочитайте текст и установите последовательность. Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо. Укажите верный порядок

действий оператора при подготовке и запуске автоматизированного маршрутного задания для БВС:

- А) Проверка проектных перекрытий и высоты в миссионном планере.
- Б) Запуск процедур инициализации бортового ИИУ (маневры).
- В) Определение границ объекта и выбор точки взлета.
- Г) Выход БВС на первый съемочный маршрут.

7. Прочитайте текст и запишите развёрнутый обоснованный ответ. Обоснуйте необходимость увеличения продольного и поперечного перекрытия (до 80–90%) при выполнении аэрофотосъемки густых лесных массивов. Какую проблему это позволяет решить при фотограмметрической обработке?

8. Прочитайте текст и запишите развёрнутый обоснованный ответ. Проанализируйте риск выполнения аэрофотосъемки при высоте Солнца менее 15° над горизонтом. К каким дефектам изображения и сложностям при дешифрировании это приведет?

9. Прочитайте текст, выберите правильный ответ. Как называется параметр цифрового аэрофотоснимка, характеризуемый размером проекции пикселя на среднюю плоскость земной поверхности съемочного участка?

- А) Тоновой контраст.
- Б) Номинальное пространственное разрешение (GSD).
- В) Фотограмметрический базис.
- Г) Радиометрическая разрядность.

10. Прочитайте текст, выберите правильный ответ. При анализе гистограммы яркости снимка обнаружено наличие большого количества пикселей со значением «0» (черный). О какой ошибке экспонирования это свидетельствует?

- А) О «пересвете» (потере деталей в светлых областях).
- Б) Об избыточном коэффициенте контраста К.
- В) О «провале» в тенях (потере деталей в темных областях).
- Г) О наличии бликов от водной поверхности.

11. Прочитайте текст, выберите правильные ответы. Какие сведения об условиях съемки и параметрах камеры автоматически записываются в метаданные Exif-файла цифрового снимка?

- А) Фокусное расстояние объектива.
- Б) Координаты центров фотографирования (X, Y, Z).
- В) Значение коэффициента «смаза» в пикселях.
- Г) Время экспозиции (выдержка) и значение диафрагмы.

12. Прочитайте текст, выберите правильные ответы. Выберите характеристики, относящиеся к дешифровочным (фотографическим) свойствам аэрофотоснимка, определяющим его качество:

- А) Разрядность цифрового изображения (бит).
- Б) Тоновой и цветовой контраст объектов.
- В) Непрямолинейность маршрутов полета.
- Г) Визуальная резкость границ объектов.

13. Прочитайте текст и установите соответствие. Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами. Установите соответствие между параметром контроля качества материалов АФС и его нормативным допуском согласно РАФ-89:

Параметр		Допуск	
А	Линейный «смаз» изображения	1	Не более 3 %
Б	Непрямолинейность маршрута	2	Не более 1,25 пикселя
В	Недоворот на угол	3	Не более 34°

	сноса («елочка»)		
Г	Максимальный угол наклона снимка	4	Не более 6°

14. Прочитайте текст и установите последовательность. Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо. Расположите этапы контроля фотограмметрического качества материалов АФС после выполнения залета:

- А) Расчет фактических перекрытий снимков.
- Б) Оценка непрямолинейности маршрутов и углов наклона.
- В) Проверка полноты покрытия участка съемки (накидной монтаж).
- Г) Заполнение итогового паспорта аэрофотосъемки.

15. Прочитайте текст и запишите развёрнутый обоснованный ответ. Сравните форматы JPEG и TIFF в контексте хранения материалов профессиональной аэрофотосъемки. Почему формат JPEG не рекомендуется использовать как основной при создании ортофотопланов высокой точности?

16. Прочитайте текст и запишите развёрнутый обоснованный ответ. Опишите назначение и методику использования маркированных опорных точек (GCP) при фотограмметрической обработке. Как их наличие влияет на точность географической привязки модели?

3. Ключи к оцениванию

№ задания	Верный ответ	Критерии
Вариант 1		
1	Ответ: В	<i>1 б – полное правильное соответствие; 0 б – остальные случаи</i>
2	Ответ: А	<i>1 б – полное правильное соответствие; 0 б – остальные случаи</i>
3	Ответ: А, Б	<i>1 б – полное правильное соответствие; 0 б – остальные случаи</i>
4	Ответ: А, Б	<i>1 б – полное правильное соответствие; 0 б – остальные случаи</i>
5	Ответ: А-2, Б-4, В-1, Г-3	<i>1 б – полное правильное соответствие; 0 б – остальные случаи</i>
6	Ответ: Б, А, Г, В	<i>1 б – полное правильное соответствие; 0 б – остальные случаи</i>
7	Эталонный ответ: Использовать режим приоритета выдержки; оперативно	<i>3 б – полный правильный ответ</i>

	корректировать величину выдержки при изменении яркости объекта на основе анализа гистограммы.	<i>1 б – если допущена одна ошибка/неточность /ответ правильный, но не Полный 0 б – если допущено более одной ошибки / ответ неправильный / ответ отсутствует</i>
8	Эталонный ответ: Выбирается ЦМР, так как она отображает только поверхность земли (без растительности). Предварительно необходимо выполнить классификацию облака точек для выделения класса «Земля».	<i>3 б – полный правильный ответ 1 б – если допущена одна ошибка/неточность /ответ правильный, но не Полный 0 б – если допущено более одной ошибки / ответ неправильный / ответ отсутствует</i>
9	Ответ: Б	<i>1 б – полное правильное соответствие; 0 б – остальные случаи</i>
10	Ответ: А	<i>1 б – полное правильное соответствие; 0 б – остальные случаи</i>
11	Ответ: А, Б, В	<i>1 б – полное правильное соответствие; 0 б – остальные случаи</i>
12	Ответ: А, Б, Г	<i>1 б – полное правильное соответствие; 0 б – остальные случаи</i>
13	Ответ: А-3, Б-1, В-2, Г-4	<i>1 б – полное правильное соответствие; 0 б – остальные случаи</i>
14	Ответ: Б, Г, А, В	<i>1 б – полное правильное соответствие; 0 б – остальные случаи</i>
15	Эталонный ответ: Разрядность определяет количество уровней квантования яркости. Низкая разрядность ведет к потере деталей в	<i>3 б – полный правильный ответ 1 б – если допущена</i>

	теньях и светах, затрудняя распознавание объектов.	<i>одна ошибка/неточность /ответ правильный, но не Полный 0 б - если допущено более одной ошибки / ответ неправильный / ответ отсутствует</i>
16	Эталонный ответ: Смаз — визуально заметная нерезкость изображения, вызванная продольным сдвигом или колебаниями носителя. Предельное значение — 1,25 пикселя.	<i>3 б - полный правильный ответ 1 б - если допущена одна ошибка/неточность /ответ правильный, но не Полный 0 б - если допущено более одной ошибки / ответ неправильный / ответ отсутствует</i>
Вариант 2		
1	Ответ: В	<i>1 б - полное правильное соответствие; 0 б - остальные случаи</i>
2	Ответ: Б	<i>1 б - полное правильное соответствие; 0 б - остальные случаи</i>
3	Ответ: А, В	<i>1 б - полное правильное соответствие; 0 б - остальные случаи</i>
4	Ответ: Б, Г	<i>1 б - полное правильное соответствие; 0 б - остальные случаи</i>
5	Ответ: А-2, Б-1, В-4, Г-3	<i>1 б - полное правильное соответствие; 0 б - остальные случаи</i>
6	Ответ: В, А, Б, Г	<i>1 б - полное правильное соответствие; 0 б - остальные случаи</i>
7	Эталонный ответ: Увеличение перекрытия необходимо для надежного отождествления связующих точек на подвижных кронах деревьев.	<i>3 б - полный правильный ответ 1 б - если допущена</i>

	Это позволяет избежать пропусков («дыр») в облаке точек и ортофотоплане.	<i>одна ошибка/неточность /ответ правильный, но не Полный 0 б - если допущено более одной ошибки / ответ неправильный / ответ отсутствует</i>
8	Эталонный ответ: Низкая высота Солнца приводит к появлению длинных, неконтрастных теней, которые закрывают объекты местности, делая невозможным их дешифрирование и измерение.	<i>3 б - полный правильный ответ 1 б - если допущена одна ошибка/неточность /ответ правильный, но не Полный 0 б - если допущено более одной ошибки / ответ неправильный / ответ отсутствует</i>
9	Ответ: Б	<i>1 б - полное правильное соответствие; 0 б - остальные случаи</i>
10	Ответ: В	<i>1 б - полное правильное соответствие; 0 б - остальные случаи</i>
11	Ответ: А, Б, Г	<i>1 б - полное правильное соответствие; 0 б - остальные случаи</i>
12	Ответ: А, Б, Г	<i>1 б - полное правильное соответствие; 0 б - остальные случаи</i>
13	Ответ: А-2, Б-1, В-4, Г-3	<i>1 б - полное правильное соответствие; 0 б - остальные случаи</i>
14	Ответ: В, А, Б, Г	<i>1 б - полное правильное соответствие; 0 б - остальные случаи</i>
15	Эталонный ответ: TIFF хранит данные без потерь (с тегами), а JPEG использует сжатие с потерей информации, что приводит к появлению артефактов и искажению метрических свойств снимка.	<i>3 б - полный правильный ответ 1 б - если допущена одна</i>

		ошибка/неточность /ответ правильный, но не Полный 0 б – если допущено более одной ошибки / ответ неправильный /ответ отсутствует
16	Эталонный ответ: Опорные точки служат внешним обоснованием точности. Они позволяют «привязать» модель к реальной геодезической сети, минимизируя ошибки в определении координат и высот объектов.	3 б – полный правильный ответ 1 б – если допущена одна ошибка/неточность /ответ правильный, но не Полный 0 б – если допущено более одной ошибки / ответ неправильный /ответ отсутствует

Сводная таблица по применяемым формам и методам текущего контроля и оценки результатов обучения

Результаты обучения	Формы и методы контроля и оценки результатов обучения
Освоенные умения:	
- распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте; - анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части; - определять этапы решения задачи; - выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы; - составить план действия; - определить необходимые ресурсы; - владеть актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах; - реализовать составленный план; - оценивать результат и последствия своих действий (самостоятельно или с помощью наставника); - определять задачи поиска информации;	Устный опрос во время лекционных занятий. Выполнение и защита работ практических занятий №1. Выполнение самостоятельной работы студента №1-№16.

- определять необходимые источники информации; - планировать процесс поиска; - структурировать получаемую информацию; - выделять наиболее значимое в перечне информации; - оценивать практическую значимость результатов поиска; - оформлять результаты поиска.	
Усвоенные знания:	
- актуальный профессиональный и социальный контекст, в котором приходится работать и жить; - основные источники информации и ресурсы для решения задач и проблем в профессиональном и/или социальном контексте; - алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях; - методы работы в профессиональной и смежных сферах; - структуру плана для решения задач; - порядок оценки результатов решения задач профессиональной деятельности; - номенклатура информационных источников, применяемых в профессиональной деятельности; - приемы структурирования информации; - формат оформления результатов поиска информации.	Устный опрос во время лекционных занятий. Выполнение самостоятельной работы студента №17-№32. Тестирование по отдельным темам.

2.2 Форма промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация по дисциплине «Основы аэрофотосъёмки» –итоговая контрольная работа.

Обучающиеся допускаются к выполнению контрольной работы при выполнении всех видов самостоятельной работы, практических занятий, предусмотренных рабочей программой и календарно-тематическим планом дисциплины.

Итоговая контрольная работа проводится за счет времени, отведенного на изучение дисциплины, при условии своевременного и качественного выполнения обучающимся всех видов работ, предусмотренных рабочей программой дисциплины.

Перечень вопросов к итоговой контрольной работе

Ниже представлен перечень теоретических вопросов к итоговой контрольной работе по дисциплине «Основы аэрофотосъёмки». Вопросы охватывают основные разделы программы: технические средства, проектирование съемок, требования к условиям полета и методику оценки качества материалов.

1. Дайте определение аэрофотосъемочной системы (АС) и перечислите её основные компоненты.
2. В чем заключается принципиальное различие между кадровыми, щелевыми и панорамными аэрофотоаппаратами по способу построения изображения?
3. Опишите назначение и функции аэрофотоустановки (АФУ) и гиростабилизированной платформы.
4. Какую роль в составе современного оборудования играет блок определения положения и ориентации?
5. Объясните физический принцип регистрации изображений цифровыми матрицами на основе фотоэффекта.
6. Сравните характеристики ПЗС (CCD) и КМОП (CMOS) матриц: срок службы, энергопотребление и особенности изготовления.
7. Что такое радиометрическое разрешение (разрядность) цифрового снимка и в каких единицах оно измеряется?
8. Дайте определение понятию «пиксель» и объясните его отличие от элемента матрицы — «сенселя».
9. В чем различие между плановой и перспективной аэрофотосъемкой по углу отклонения оптической оси?
10. Дайте определения продольному и поперечному перекрытиям снимков. Зачем они необходимы?
11. Что такое базис фотографирования на местности и на снимке?
12. Как классифицируется местность по перепаду высот при проектировании АФС (равнинная, всхолмленная, горная)?
13. Опишите структуру и назначение Паспорта аэрофотосъемки.
14. Каковы требования к высоте Солнца над горизонтом при выполнении топографической АФС и почему это важно?
15. Допускается ли выполнение АФС при наличии облачности? Опишите условия съемки «под зонтом».
16. Каковы допуски по отклонению фактической высоты полета от заданной проектом для различных типов местности?
17. В чем заключается процедура инициализации инерциального измерительного устройства (ИИУ) перед началом съемки?
18. Перечислите основные требования к состоянию земной поверхности (наличие снега, листвы) при производстве АФС.
19. Что понимается под фотографическим качеством снимков и какими показателями оно оценивается?
20. Объясните методику оценки правильности экспонирования с помощью анализа гистограммы яркости.
21. Что такое показатель контраста цифрового изображения и каков его диапазон для качественных снимков?
22. Дайте определение понятию «смаз» (зона нерезкости) изображения. Каково его предельно допустимое значение в пикселях?
23. Какие геометрические показатели определяют фотограмметрическое качество материалов АФС?
24. Что такое «елочка» (недоворот на угол сноса) и каковы её предельные значения при наличии гиropлатформы и без неё?
25. Объясните понятие непрямолинейности маршрута (стрелка прогиба) и укажите её допустимую величину.
26. Каков максимально допустимый угол наклона оптической оси при плановой аэрофотосъемке?

27. Перечислите основные системы координат и датумы, применяемые в современной аэрофотогеодезии (WGS-84, ПЗ-90, Пулково-42).
28. Что такое Элементы внешнего ориентирования (ЭВО) снимка и как они определяются?
29. Опишите основные этапы автоматизированной обработки в ПО (например, Agisoft Metashape): от выравнивания до построения ортофотоплана.
30. Каковы требования к объектам съемки для их успешной фотограмметрической обработки (текстура, отсутствие бликов)?

3. СИСТЕМА ОЦЕНИВАНИЯ КОМПЛЕКТА ФОС ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

При оценивании практической и самостоятельной работы обучающегося учитывается следующее:

- качество выполнения практических и лабораторных работ;
- качество оформления отчета;
- качество устных ответов на контрольные вопросы при защите работы.

Критерии оценивания практических самостоятельных работ:

Оценка «5» (отлично) – за глубокое и полное овладение содержанием учебного материала, в котором обучающийся свободно и уверенно ориентируется; за умение практически применять теоретические знания, высказывать и обосновывать свои суждения. Оценка «5» (отлично) предполагает грамотное и логичное изложение ответа.

Оценка «4» (хорошо) – если обучающийся полно освоил учебный материал, владеет научно-понятийным аппаратом, ориентируется в изученном материале, осознанно применяет теоретические знания на практике, грамотно излагает ответ, но содержание и форма ответа имеют отдельные неточности.

Оценка «3» (удовлетворительно) – если обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений учебного материала, но излагает его неполно, непоследовательно, допускает неточности в применении теоретических знаний при ответе на практико-ориентированные вопросы; не умеет доказательно обосновать собственные суждения.

Оценка «2» (неудовлетворительно) – если обучающийся имеет разрозненные, бессистемные знания, допускает ошибки в определении базовых понятий, искажает их смысл; не может практически применять теоретические знания.

Критерии оценивания итоговой контрольной работы

Итоговая контрольная работа проводится в форме письменного ответа на 5 случайных вопросов, выбранных из перечня вопросов.

Каждый из 5 вопросов оценивается в 1 балл (максимум — 5 баллов), итоговая оценка за контрольную работу определяется по проценту правильных ответов:

Баллы	Процент выполнения	Итоговая оценка
5 баллов	86% – 100%	«5» (отлично)
4 балла	73% – 85%	«4» (хорошо)
3 балла	53% – 72%	«3» (удовлетворительно)
0 – 2 балла	0% – 52%	«2» (неудовлетворительно)

При проверке развернутых ответов учитываются:

- правильность и соответствие эталонному ответу;
- полнота раскрытия вопроса (объем использованных понятий);
- обоснованность и наличие аргументации;
- логика изложения и грамотная последовательность материала.

Оценка за работу выставляется исходя из полноты и качества ответов на все 5 выбранных вопросов:

Оценка «5» (отлично) — ставится, если обучающийся продемонстрировал глубокое и полное овладение программным материалом, свободно ориентируется в теме, умеет обосновывать свои суждения и логично излагать ответ без фактических ошибок.

Оценка «4» (хорошо) — ставится, если обучающийся полно освоил материал и владеет понятийным аппаратом, осознанно применяет знания, но в содержании или форме ответа допустил отдельные неточности, не имеющие принципиального характера.

Оценка «3» (удовлетворительно) — ставится, если обнаруживается знание основных положений, но ответ излагается неполно или непоследовательно. Допускаются неточности в применении теории к практике или неумение доказательно обосновать

выводы.

Оценка «2» (неудовлетворительно) — ставится при наличии разрозненных, бессистемных знаний, совершении грубых ошибок в определении базовых понятий или при их искажении.