МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ГЕОДЕЗИИ И КАРТОГРАФИИ
(МИИГАиК)

Геодезический факультет
Кафедра фотограмметрии

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 5387FD2AF5B17FED816FDE9A1D4973B1
Владелец: Степанченко Алексей Леонидович
Действителен: с 21.07.2025 по 14.10.2026

«УТВЕРЖДАЮ»
Проректор
А. Л. Степанченко
16 февраля 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОДЕЗИЯ
«Б1.О.03.09 ФОТОГРАММЕТРИЯ»

Уровень высшего образования: специалитет

Специальность: 21.05.01 Прикладная геодезия

Направленность(профиль) подготовки: Инженерная геодезия

Квалификация (степень) выпускника: инженер-геодезист

Форма обучения: очная

Год набора (приема на обучение): 2024

Срок получения образования: 5 лет

Объем: в зачетных единицах: 3 з.е.
в академических часах: 108 ак.ч.

Москва, 2024

Разработчики:

Доцент кафедры Фотограмметрии, к.н., доцент Скрыпицына Т. Н.

Доцент кафедры Фотограмметрии, к.н., доцент Курков В. М.

Рабочая программа дисциплины (модуля) составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по специальности 21.05.01 Прикладная геодезия, утвержденного приказом Минобрнауки от 11.08.2020 № 944

Согласование и утверждение

№	Подразделение	Ответственное лицо	ФИО	Виза	Дата, протокол (при наличии)
1	Геодезический факультет	Председатель ученого совета факультета	Половнев О. В.	Рассмотрено	11.12.2023, № 7/23

Содержание

1. Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

3. Место дисциплины в структуре ОП

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

5. Содержание дисциплины
   5.1. Разделы, темы дисциплины и виды занятий
   5.2. Содержание разделов, тем дисциплины и формы текущего контроля

6. Оценочные материалы текущего контроля

7. Оценочные материалы промежуточной аттестации

8. Порядок проведения промежуточной аттестации

9. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины
   9.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы
   9.2. Профессиональные базы данных и ресурсы «Интернет», к которым обеспечивается доступ обучающихся
   9.3. Программное обеспечение и информационно-справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине
   9.4. Оборудование и технические средства обучения

10. Методические указания по освоению дисциплины (модуля)

1. Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)

Цель освоения дисциплины - получение обучающимися комплексных знаний в области фотограмметрии и формирование профессиональных компетенций, обеспечивающих будущим бакалаврам геодезии и дистанционного зондирования использование знаний основ теории фотограмметрии, методов и технологий фотограмметрической обработки аэрокосмических и наземных снимков для создания и обновления топографических карт, кадастровых планов и других документов о местно-сти при решении практико-ориентированных задач в рамках производствен-но-технологической, проектно-изыскательной и научно-исследовательской профессиональной деятельности.

Задачи изучения дисциплины:

- формирование понятий о современных технологиях создания и обновления топографических и кадастровых карт и планов и создания других документов о местности фотограмметрическими методами ;
- освоение навыков работы на цифровых фотограмметрических системах, выполняемых при создании и обновлении топографических и кадастровых карт и планов и решении других задач;
- получение компетенций, позволяющих обосновывать оптимальные варианты технологий создания и обновления топографических и кадастровых карт и планов и решения прикладных задач фотограмметрическими методами;
- формирование умений применять полученные знания в практической деятельности, решать практические задачи использования фотограмметрических методов при решении не топографических задач в различных областях науки и техники.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Компетенции, индикаторы и результаты обучения

ОПК-1 Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи производственной деятельности на основе фундаментальных знаний в области геодезии

ОПК-1.1 Демонстрирует навыки физического и программного моделирования отдельных фрагментов процесса выбора оптимального варианта для конкретных условий

Знать:

ОПК-1.1/Зн2 геометрические и физические основы высшей геодезии и точностные ограничения пространственных, линейно-угловых и высотных сетей

ОПК-1.1/Зн3 Научные и методологические основы классической и современной физики, её значение и место как базовой науки. Общие физические принципы работы приборов и устройств, используемых в профессиональной деятельности.

ОПК-1.1/Зн4 Основные математические и естественные методы, позволяющие решать профессиональные задачи

Уметь:

ОПК-1.1/Ум2 объяснять и доказывать с помощью математических методов качественных связей между изменениями геометрических и физических геодезических величин

ОПК-1.1/Ум3 Рассчитывать и определять основные физические параметры и характеристики устройств и систем, используемых при работе по профилю специальности. Использовать современные компьютерные и информационные технологии для поиска и обработки информации, используемой в профессиональной деятельности.

ОПК-1.1/Ум4 Выявить перечень подходящих для решения конкретной задачи методов математической интерпретации процесса

Владеть:

ОПК-1.1/Нв1 способами априорной оценки точности геодезических построений

ОПК-1.1/Нв2 аналитическими и численными методами решения научно-технических задач геодезии с применением вычислительной техники, применять методы учёта во времени геодинамических процессов

ОПК-1.1/Нв4 Навыками создания математических моделей, позволяющих наделить рассматриваемый объект необходимыми свойствами оригинала, для отладки процедуры решения задачи

ОПК-1.2 Использует фундаментальные знания для решения задач профессиональной деятельности в области геодезии

Знать:

ОПК-1.2/Зн2 методы и задачи высшей геодезии как науки, занимающейся определением формы и размеров Земли, её внешнего гравитационного поля и их изменений во времени, геодезические системы координат и высот, их исторические реализации

ОПК-1.2/Зн3 алгоритмы уравнивания геодезических сетей

ОПК-1.2/Зн5 О связи геодезии с фундаментальными науками, на которые опирается весь ее инструментарий

Уметь:

ОПК-1.2/Ум2 обрабатывать и производить оценку точности высокоточного геометрического нивелирования и применяемых методов решения прикладных задач высшей геодезии

ОПК-1.2/Ум3 На основе законов и понятий физики рассчитывать решения профессиональных задач

ОПК-1.2/Ум4 Описать с использованием математического аппарата происходящие процессы

Владеть:

ОПК-1.2/Нв2 выполнением и обработкой геодезических измерений в геодезических сетях

ОПК-1.2/Нв3 Владение методами расчета профессиональных задач на основе физических законов

ОПК-1.2/Нв4 Основным математическим аппаратом для решения задач геодезии

ОПК-1.3 Анализирует причины снижения качества технологических процессов и предлагает эффективные способы повышения качества производства работ при выполнении различных технологических операций

Знать:

ОПК-1.3/Зн1 теоретические положения в основе современной геодезии,практические ограничения на теоретические выводы и основы геометрии в пространстве и сфероидической геодезии на эллипсоиде

ОПК-1.3/Зн2 Основные этапы и последовательность выполнения полевых и камеральных топографо-геодезических и аэрофотосъёмочных работ

ОПК-1.3/Зн3 Методов оценки и анализа причин снижения качества технологических процессов на основе законов физики

Уметь:

ОПК-1.3/Ум1 оценивать и выводить количественные связи между изменениями геометрических и физических геодезических величин, обрабатывать и анализировать современные геодезические измерения

ОПК-1.3/Ум2 Уменить применять методы оценки и анализа причин снижения качества технологических процессов на основе законов физики

ОПК-1.3/Ум3 Моделировать различные сценарии изменения объекта с течением времени

Владеть:

ОПК-1.3/Нв1 методами количественного и качественного анализа геодезических данных для выявления геодинамических процессов

ОПК-1.3/Нв2 Навыками сбора, обработки геодезической информации и проектирования геодезических построений

ОПК-1.3/Нв3 Владеет навыками оценки и анализа причин снижения качества технологических процессов на основе законов физики

ОПК-1.4 Демонстрирует навыки использования современных инструментов и методов планирования и контроля проектов, связанных с осложнениями, возникающими при производстве работ

Знать:

ОПК-1.4/Зн2 основные принципы решения задач математической геодезии на плоскости, на сфероиде и в пространстве

ОПК-1.4/Зн3 Знание основных физических методов оценки использования современных инструментов и методов выполнения работ

ОПК-1.4/Зн4 Современные достижения математики

Уметь:

ОПК-1.4/Ум2 преобразовывать математические координаты и анализировать научно-техническую литературу

ОПК-1.4/Ум3 Умение применять физические законы при использовании современных инструментов и методов выполнения работ по контролю проектов

ОПК-1.4/Ум4 Использовать специализированную литературу для решения профессиональных задач

Владеть:

ОПК-1.4/Нв2 специализированной научной, производственной и профессиональной терминологией

ОПК-1.4/Нв3 Владеть навыками применения физических методов оценки использования современных инструментов и методов выполнения работ

ОПК-1.4/Нв4 Способностью использовать современные научные разработки для анализа происходящих процессов и качественной оценки проведенных работ

ПК-4 Способен выполнять комплекс технологических операции по созданию продуктов профессиональной деятельности на основе использования данных геодезии, дистанционного зондирования, навигационных спутников Земли

ПК-4.1 Выполняет операции по созданию космических продуктов на основе использования данных ДЗЗ

Знать:

ПК-4.1/Зн3 Математическую основу карт

ПК-4.1/Зн4 Содержание и методы создания и обновления топографических и тематических карт по результатам дешифрования видеоинформации, воздушным, космическим и наземным изображениям (снимкам) фотограмметрическими методами, а также к созданию цифровых моделей местности

ПК-4.1/Зн5 Требования к точности и стандарты оформления топографических карт и планов

Уметь:

ПК-4.1/Ум3 Осуществлять оптимальной выбор элементов математической основы картографических и геоинформационных продуктов

ПК-4.1/Ум4 Использовать современные технологии для создания и обновления топографических и тематических карт по результатам дешифрования видеоинформации, воздушным, космическим и наземным изображениям (снимкам) фотограмметрическими методами, а также для созданию цифровых моделей местности

ПК-4.1/Ум5 Использовать таблицы условных знаков для топографических планов и карт

Владеть:

ПК-4.1/Нв3 Методами оценки метрических свойств картографических проекций и их учета при решении профессиональных задач

ПК-4.1/Нв4 Навыками для создания и обновления топографических и тематических карт по результатам дешифрования видеоинформации, воздушным, космическим и наземным изображениям (снимкам) фотограмметрическими методами, а также для создания цифровых моделей местности

ПК-4.1/Нв5 Навыками чтения топографических планов и карт, используя таблицы условных знаков

ПК-4.2 Координирует операции по фотограмметрической обработке данных ДЗЗ

Знать:

ПК-4.2/Зн2 Содержание и методы создания и обновления топографических и тематических карт по результатам дешифрования видеоинформации, воздушным, космическим и наземным изображениям (снимкам) фотограмметрическими методами, а также к созданию цифровых моделей местности

ПК-4.2/Зн3 Требования к точности и стандарты оформления топографических карт и планов

ПК-4.2/Зн4 Условности, применяемые на чертежах

Уметь:

ПК-4.2/Ум2 Использовать современные технологии для создания и обновления топографических и тематических карт по результатам дешифрования видеоинформации, воздушным, космическим и наземным изображениям (снимкам) фотограмметрическими методами, а также для созданию цифровых моделей местности

ПК-4.2/Ум3 Использовать таблицы условных знаков для топографических планов и карт

ПК-4.2/Ум4 Читать строительные чертежи

Владеть:

ПК-4.2/Нв2 Навыками для создания и обновления топографических и тематических карт по результатам дешифрования видеоинформации, воздушным, космическим и наземным изображениям (снимкам) фотограмметрическими методами, а также для создания цифровых моделей местности

ПК-4.2/Нв3 Навыками чтения топографических планов и карт, используя таблицы условных знаков

ПК-4.2/Нв4 Приемами составления конструкторской и инженерно-строительной документации

ПК-4.3 Выполняет дешифрирование материалов космической съемки

Знать:

ПК-4.3/Зн2 Математическую основу карт

ПК-4.3/Зн3 Содержание и методы создания и обновления топографических и тематических карт по результатам дешифрования видеоинформации, воздушным, космическим и наземным изображениям (снимкам) фотограмметрическими методами, а также к созданию цифровых моделей местности

ПК-4.3/Зн4 Требования к точности и стандарты оформления топографических карт и планов

Уметь:

ПК-4.3/Ум2 Осуществлять оптимальной выбор элементов математической основы картографических и геоинформационных продуктов

ПК-4.3/Ум3 Использовать современные технологии для создания и обновления топографических и тематических карт по результатам дешифрования видеоинформации, воздушным, космическим и наземным изображениям (снимкам) фотограмметрическими методами, а также для созданию цифровых моделей местности

ПК-4.3/Ум4 Использовать таблицы условных знаков для топографических планов и карт

Владеть:

ПК-4.3/Нв2 Методами оценки метрических свойств карто-графических проекций и их учета при решении профессиональных задач

ПК-4.3/Нв3 Навыками для создания и обновления топографических и тематических карт по результатам дешифрования видеоинформации, воздушным, космическим и наземным изображениям (снимкам) фотограмметрическими методами, а также для создания цифровых моделей местности

ПК-4.3/Нв4 Навыками чтения топографических планов и карт, используя таблицы условных знаков

ПК-4.4 Создает тематические информационные продукты на основе использования данных ДЗЗ

Знать:

ПК-4.4/Зн2 Современные методы создания цифровых топографических карт и планов на основе различных источников данных

ПК-4.4/Зн3 Математическую основу карт, основные классы картографических проекций, их свойства и осо-бенности применения

ПК-4.4/Зн4 Содержание и методы создания и обновления топографических и тематических карт по результатам дешифрования видеоинформации, воздушным, космическим и наземным изображениям (снимкам) фотограмметрическими методами, а также к созданию цифровых моделей местности

Уметь:

ПК-4.4/Ум3 Формировать метрическую, семантическую и топологическую информацию цифровых карт и планов.

ПК-4.4/Ум5 Осуществлять оптимальной выбор элементов математической основы картографических и геоинформационных продуктов

ПК-4.4/Ум6 Использовать современные технологии для создания и обновления топографических и тематических карт по результатам дешифрования видеоинформации, воздушным, космическим и наземным изображениям (снимкам) фотограмметрическими методами, а также для созданию цифровых моделей местности

Владеть:

ПК-4.4/Нв3 Методами оценки метрических свойств карто-графических проекций и их учета при решении профессиональных задач

ПК-4.4/Нв4 Навыками для создания и обновления топографических и тематических карт по результатам дешифрования видеоинформации, воздушным, космическим и наземным изображениям (снимкам) фотограмметрическими методами, а также для создания цифровых моделей местности

ПК-4.4/Нв5 Навыками чтения топографических планов и карт, используя таблицы условных знаков

3. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина (модуль) Б1.О.03.09 «Фотограмметрия» относится к обязательной части образовательной программы и изучается в семестре(ах): 8.

В процессе изучения дисциплины студент готовится к решению типов задач профессиональной деятельности, предусмотренных ФГОС ВО и образовательной программой.

4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы

Период обучения	Общая трудоемкость (часы)	Общая трудоемкость (ЗЕТ)	Лекционные занятия (часы)	Практические занятия (часы)	Самостоятельная работа (часы)	Промежуточная аттестация (часы)
8 семестр	108	3	14	28	66	Зачет с оценкой
Всего	108	3	14	28	66	

5. Содержание дисциплины (модуля)

5.1. Разделы, темы дисциплины и виды занятий

(часы промежуточной аттестации не указываются)

Наименование раздела, темы	Всего	Лекционные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	Планируемые результаты обучения, соотнесенные с результатами освоения программы
Раздел 1. Фотограмметрия	**108**	**14**	**28**	**66**	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-1.4 ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3 ПК-4.4
Тема 1.1. Введение в фотограмметрию	7	1		6	
Тема 1.2. Геометрические свойства аэрокосмических и наземных снимков, получаемых кадровыми и сканерными съемочными системами.	7	1		6	

Тема 1.3. Теория одиночного кадрового снимка	9	1	2	6	
Тема 1.4. Теория пары кадровых снимков.	11	1	4	6	
Тема 1.5. Фототриангуляция.	12	2	4	6	
Тема 1.6. Трансформирование кадровых снимков.	12	2	4	6	
Тема 1.7. Цифровые модели рельефа и местности.	13	1	4	8	
Тема 1.8. Особенности фотограмметрической обработки аэро и космических сканерных снимков.	14	2	4	8	
Тема 1.9. Наземная фотограмметрия и лазерное сканирование.	14	2	4	8	
Тема 1.10. Методы и технологии создания и обновления карт по материалам аэрокосмических снимков. Автоматизация фотограмметрических работ.	9	1	2	6	
Итого	**108**	**14**	**28**	**66**	

5.2. Содержание разделов, тем дисциплин и формы текущего контроля

Раздел 1. Фотограмметрия

Тема 1.1. Введение в фотограмметрию

Фотограмметрия и области ее применения. Краткий обзор истории фото-грамметрии. Роль российских ученых и инженеров в развитии фотограмметрии

Тема 1.2. Геометрические свойства аэрокосмических и наземных снимков, получаемых кадровыми и сканерными съемочными системами.

Принципы построения изображений снимаемых объектов кадровыми и сканерными съемочными системами. Геометрические свойства аэрокосмических и наземных снимков, получаемых кадровыми и сканерными съемочными системами. Методы получения стереопар кадровых и сканерных снимков.

Тема 1.3. Теория одиночного кадрового снимка

Системы координат кадрового снимка и объекта съемки, применяемые в фотограмметрии. Элементы внутреннего и внешнего ориентирования кадрового снимка. Наблюдение и измерение цифровых изображений. Внутреннее ориентирование кадровых снимков. Формулы связи координат соответственных точек снимка и местности. Влияние ошибок высот точек объекта на точность определения их плановых координат по одиночному снимку. Определение элементов ориентирования снимка по опорным точкам.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Тестирование

Тема 1.4. Теория пары кадровых снимков.

Бинокулярное зрение. Методы стереоскопического наблюдения и измерения стереопар снимков. Основные сведения об автоматической идентификации соответственных точек на стереопаре снимков на цифровых стереофотограмметрических системах. Координаты и параллаксы соответственных точек на стереопаре снимков. Прямая фотограмметрическая засечка. Опреде-ление координат точек местности по паре снимков методом двойной обратной фотограмметрической засечки. Определение элементов взаимного ориентирования. Построение фотограмметрической модели. Внешнее ориенти-рование фотограмметрической модели. Элементы внешнего ориентирования модели. Точность определения координат точек местности по паре кадровых снимков.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Коллоквиум

Тема 1.5. Фототриангуляция.

Назначение и классификация методов фототриангуляции. Построение сетей маршрутной и блочной фототриангуляции. Технологии построения сетей фототриангуляции.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Письменный опрос

Тема 1.6. Трансформирование кадровых снимков.

Назначение и методы трансформирования снимков. Цифровое трансформирование снимков. Создание цифровых фотопланов по перекрывающимся снимкам. Оценка точности трансформированных изображений.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Письменный опрос

Тема 1.7. Цифровые модели рельефа и местности.

Основные формы рельефа и способы отображения рельефа. Определения цифровых моделей рельефа и местности. Методы создания цифровых моделей рельефа и местности по материалам аэрокосмических съемок. Технологии фотограмметрических работ по созданию цифровых моделей рельефа и местности. Получение рельефа дна водных бассейнов. Глобальные модели рельефа. Оценка точности цифровых моделей рельефа.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Письменный опрос

Тема 1.8. Особенности фотограмметрической обработки аэро и космических сканерных снимков.

Классификация аэро и космических сканерных съёмочных систем. Системы координат сканерных съёмочных систем: оптико-механических и оптико-электронных сканеров, радиолокационных и лазерно-локационных съемочных систем. Элементы внешнего ориентирования сканерных съёмочных систем. Системы координат сканерных снимков. Методы фотограмметрической обработки одиночных и стереопар сканерных снимков по значениям элементов внешнего ориентирования сканерной съемочной системы и координат опорных точек. Геометрические свойства радиолокационных и лазерно-локационных изображений. Методы фотограмметрической обработки результатов радиолокационной и лазерно-локационной съемки. Особенности получения ЦМР радиолокационными системами с синтезированной апертурой РСА(SAR)

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Коллоквиум

Тема 1.9. Наземная фотограмметрия и лазерное сканирование.

Съёмочные камеры, применяемые в наземной фотограмметрии.
Основные случаи стереофотограмметрической съёмки. Особенности фотограмметрической обработки одиночных и стереопар наземных снимков.
Трехмерные лазерные сканеры и их применение в наземной фотограмметрии. Внешнее ориентирование трехмерной модели по опорным точкам. Создание цифровых моделей поверхности и цифровых векторных моделей объекта по материалам трехмерного лазерного сканирования. Применение методов наземной фотограмметрии в топографии, промышленности, архитектуре, криминалистике, медицине и других областях.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Письменный опрос

Тема 1.10. Методы и технологии создания и обновления карт по материалам аэрокосмических снимков. Автоматизация фотограмметрических работ.

Методы создания и обновления карт и других документов о местности по материалам аэрокосмических съемок. Технологии фотограмметрических работ по созданию и обновлению карт и других документов о местности. Автоматизированные методы фотограмметрической обработки аэрокосмических и наземных снимков.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Коллоквиум
Графическая работа

6. Порядок проведения промежуточной аттестации

Порядок проведения промежуточной аттестации регламентируется локальными нормативными актами Университета:
- Положением о формах, периодичности, порядке текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по основным образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Московский государственный университет геодезии и картографии», п.6 «Организация и проведение промежуточной аттестации».
- Положением о порядке осуществления образовательного процесса, проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Московский государственный университет геодезии и картографии», п.8 «Проведение промежуточной аттестации с применением ЭО и ДОТ».

Промежуточная аттестация: Зачет с оценкой, 8 семестр.

7. Оценочные материалы текущего контроля

Раздел 1. Фотограмметрия
Контролируемые ИДК: ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-1.4 ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3 ПК-4.4

Тема 1.3. Теория одиночного кадрового снимка

Форма контроля/оценочное средство: Тестирование

Вопросы/Задания:

1. Центральной проекцией называется проекция объекта, которая:

a) получена в результате пересечения плоскости с проектирующими лучами, пересекающимися в разных точках
b) получена в результате пересечения плоскости с проектирующими лучами, пересекающимися в одной точке
c) получена в результате пересечения плоскости с непересекающимися проектирующими лучами
d) получена в результате пересечения плоскости с главным проектирующим лучом

2. Элементы внутреннего ориентирования снимка это:

a) координаты центра проекции в системе координат снимка и коэффициенты радиальной дисторсии (почему только радиальной)
b) фокусное расстояние объектива и координаты центра проекции
c) фокусное расстояние объектива и координаты главной точки
d) координаты главной точки и углы разворота

3. Фокусное расстояние это:

a) расстояние от центра проекции до снимка вдоль главного оптического луча
b) расстояние от центра проекции до угла снимка
c) расстояние от центра проекции до предметной плоскости (высота фотографирования)
d) расстояние от центра снимка до угла снимка

4. Элементы внешнего ориентирования это:

a) фокусное расстояние объектива и координаты центра проекции
b) фокусное расстояние объектива и координаты главной точки
c) координаты центра проекции в системе координат объекта и углы разворота снимка
d) координаты центра проекции и коэффициенты тангенциальной дисторсии

5. Сколько опорных точек достаточно иметь для внешнего ориентирования снимков

a) 1
b) 2
c) 3
d) 4

6. Что означают элементы x и y в уравнении?

a) координаты изображения точки местности, измеренной на снимке
b) координаты точки местности в системе координат объекта
c) координаты центров проекции снимка в системе координат объекта
d) угловые элементы внешнего ориентирования снимка

$$\left.\begin{aligned} x_0 - f\frac{x^*}{z^*} - x = 0 \\ y_0 - f\frac{y^*}{z^*} - y = 0 \end{aligned}\right\};$$

7. Ортотрансформирование снимков необходимо для:

a) преобразования снимков в другую систему координат
b) преобразования снимков в заданную проекцию
c) исправление снимков за углы наклона и за рельеф, а так-же приведение их к заданному масштабу
d) создания трехмерной модели

$$\left.\begin{aligned} x_0 - f\frac{x^*}{z^*} - x = 0 \\ y_0 - f\frac{y^*}{z^*} - y = 0 \end{aligned}\right\};$$

Тема 1.4. Теория пары кадровых снимков.

Форма контроля/оценочное средство: Коллоквиум

Вопросы/Задания:

1. Что такое стереопара?

2. Способы получения стереоэффекта.
3. Что такое параллакс?
4. Виды параллаксов?
5. Условие взаимного ориентирования снимков.

6. Что является результатом взаимного ориентирования снимков?

7. Назвать элементы взаимного ориентирования снимков.

8. Что измеряется в процессе взаимного ориентирования снимков.

9. Как оценивается качество построенной стереомодели.

10. Назвать элементы внешнего ориентирования стереомодели.

11. Сколько опорных точек необходимо измерить, чтобы внешне ориентировать стереомодель

Тема 1.5. Фототриангуляция.

Форма контроля/оценочное средство: Письменный опрос

Вопросы/Задания:

1. Назначение и классификация методов фототриангуляции

2. Принцип построения сетей маршрутной и блочной фотот-риангуляции методом независимых моделей

3. Принцип построения сетей маршрутной и блочной фототриангуляции методом связок.

4. Технологии построения сетей фототриангуляции

Тема 1.6. Трансформирование кадровых снимков.

Форма контроля/оценочное средство: Письменный опрос

Вопросы/Задания:

1. Цифровое трансформирование снимков в ортогональную проекцию.
2. Цифровое трансформирование снимков в проекцию карты
3. Оценка точности цифровых фотопланов.

Тема 1.7. Цифровые модели рельефа и местности.

Форма контроля/оценочное средство: Письменный опрос

Вопросы/Задания:

1. Назовите задачи, который можно решать по цифровым моделям высот
2. Назовите виды цифровых моделей высот
3. Перечислите способы получения цифровых моделей высот
4. Назовите способы интерполяции нерегулярных матриц высот в регулярные

Тема 1.8. Особенности фотограмметрической обработки аэро и космических сканерных снимков.

Форма контроля/оценочное средство: Коллоквиум

Вопросы/Задания:

1. Назовите виды сканерных съёмочных систем
2. Элементы внешнего ориентирования сканерных съёмоч-ных систем
3. Назовите способы получения изображения оптико-электронных сканеров
4. Какие вы знаете способы получения стереопары сканер-ных снимков
5. Системы координат сканерных снимков
6. Методы фотограмметрической обработки одиночных и стереопар сканерных снимков по значениям элементов внешнего ориентирования сканерной съемочной системы и координатам опорных точек
7. Что такое RPC коэффициенты?

Тема 1.9. Наземная фотограмметрия и лазерное сканирование.

Форма контроля/оценочное средство: Письменный опрос

Вопросы/Задания:

1. Какие съемочные системы используются в наземной фотограмметрии?
2. Какие параметры определяются в процессе калибровки?
3. Какие виды калибровки камер вы знаете?
4. Назовите основные случаи наземной стереофотограмметрической съёмки
5. Раскройте принцип работы лазерных сканеров

6. Отчего зависит точность определения координат точек лазерными сканерами?

Тема 1.10. Методы и технологии создания и обновления карт по материалам аэрокосмических снимков. Автоматизация фотограмметрических работ.

Форма контроля/оценочное средство: Коллоквиум

Вопросы/Задания:

1. Какие материалы ДЗЗ можно использовать для обновления карт?
2. Что такое корреляция при измерении соответственных точек?

3. От чего зависит качество автоматического измерения то-чек на снимке.

Форма контроля/оценочное средство: Графическая работа

Вопросы/Задания:

1. Технология создания карт фотограмметрическим методом

Цель: Расчетно-графическая работы: освоить технологию создания карт фотограмметрическим методом путем приобретения навыков работы в цифровой фотограмметрической системе PHOTOMOD LITE.

Характеристика исходных данных:

- блок аэрофотоснимков полученных цифровой топографической ка-мерой DMC II с фокусным расстоянием 112 мм, размер пиксела матрицы 5.6мкм, продольное перекрытие 70%, поперечное 50%; размер пикселя на земле 5 см;
- элементы внутреннего ориентирования камеры известны и приведены в сертификате камеры;
- геодезическое обеспечение аэрофотосъемки дано в виде каталога опорных точек (опознаков) с фотоабрисами и элементами внешнего ориен-тирования определенными навигационным и инерциальным бортовым обо-рудованием в полете.

Техническое задание (ТЗ) для выполнения работы:

1.Выполнить фотограмметрическую обработку блока цифровых сним-ков для создания цифровой топографического плана М 1: 500 с сечением ре-льефа 1 м (Практическая работа 2).

2. Выполнить построение цифровой модели рельефа и горизонталей с сечением рельефа 1 м. Выполнить контроль полученного рельефа (Практи-ческая работа 3).

3. Выполнить ортофототрансформирование снимков и построить фо-топлан. Оценить качество построения фотоплана (Практическая работа 4).

4. Создать контурную часть плана по фотоплану согласно условным знакам для масштаба 1: 500 (Практическая работа 5).

5. Создать пояснительную записку.

Срок выполнения: к экзаменационной сессии.

Ориентировочный объем расчетно-графическая работы: не менее 10 страниц.

Метод оценки: пятибалльная.

8. Оценочные материалы промежуточной аттестации

8 семестр, Зачет с оценкой

Контролируемые ИДК: ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-1.4 ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3 ПК-4.4

Вопросы/Задания:

1. Принципы построения изображений снимаемых объектов кадровыми и сканерными съемочными системами.

2. Геометрические свойства аэрокосмических и наземных снимков, получаемых кадровыми и сканерными съемочными системами

3. Элементы внутреннего и внешнего ориентирования кадрового снимка.

4. Формулы связи координат соответственных точек снимка и местности

5. Влияние ошибок высот точек объекта на точность опре-деления их плановых координат по одиночному снимку

6. Определение элементов ориентирования снимка по опорным точкам

7. Координаты и параллаксы соответственных точек на стереопаре снимков

8. Элементы взаимного ориентирования снимков. Определение элементов взаимного ориентирования. Построение фотограмметрической модели

9. Внешнее ориентирование фотограмметрической модели. Элементы внешнего ориентирования фотограмметрической модели

10. Определение элементов внешнего ориентирования модели и элементов внешнего ориентирования пары снимков по опорным точкам.

11. Назначение и классификация методов фототриангуляции. Способы уравнивания

12. Цифровое трансформирование снимков в ортогональную проекцию и в проекцию карты

13. Создание цифровых фотопланов по перекрывающимся снимкам

14. Цифровые модели рельефа. Определение. Способы получения. Методы оценки

15. Системы координат сканерных съёмочных систем: оптико-механических и оптико-электронных сканеров, радиолокационных и лазернолокационных съемочных систем.

16. Методы получения стереопар кадровых и сканерных снимков

17. Методы стереоскопического наблюдения и измерения и цифровых снимков

18. Внутреннее ориентирование кадровых снимков

19. Определение координат точек местности по паре снимков методом двойной обратной фотограмметрической засечки

20. Точность определения координат точек местности по паре кадровых снимков

21. Технологии построения сетей фототриангуляции.

22. Оценка точности цифровых фотопланов

23. Методы фотограмметрической обработки одиночных и стереопар сканерных снимков по значениям элементов внешнего ориентирования сканерной съемочной систе-мы и координат опорных точек.

24. Основные случаи наземной стереофотограмметрической съёмки

25. Проектирование наземной фотосъемки

26. Создание цифровых моделей рельефа

27. Трехмерные лазерные сканеры. Принципы сканирования

28. Создание цифровых векторных моделей объектов по материалам трехмерного лазерного сканирования и фотограмметрическим способом.

29. Способы калибровки фотосъемочных систем

30. Основные принципы автоматических измерений на снимках

31. Необходимо рассчитать допуски на все фотограмметрические процессы при построении сети фототриангуляции:
a) допуск измерения координатных меток при внутреннем ориентировании
b) допуск по остаточным поперечным параллаксам
c) допуск по плановым и высотным ошибкам на точках в обла-сти тройного и более перекрытия
d) приблизительное значение базиса фотографирования
e) средние ошибки на опорных и контрольных точках после внешнего ориентирования
Произведена аэросъемка аналоговой камерой. Размер кадра 23 / 23 см, пиксель сканирования - 12 мкм, фокусное расстояние - 153.5 мм. Съемка произведена в два маршрута по 3 кадра в каждом. Масштаб съемки 1:10 000. Требуется получить топо-графическую карту масштаба 1:2 000 с высотой сечения релье-фа 1 м.

32. Вычислить точность определения плановых и высотных координат.
Стереопара снимков получена цифровой среднеформатной ка-мерой Hasselblad H4d 60 с размером пикселя матрицы 6мкм. Фокусное расстояние 81.8мм или 13633 пикселя, формат кадра в миллиметрах 40.2x53.7 или 6708x8956 соответственно в пикселях. Короткая сторона кадра направлена вдоль полета. Семка выполнена с высоты H=2000 м с продольным перекрытием между снимками p=60%. Точность измерений координат и параллаксов принять равной 0.5 пикселя, т.е mx=my=mp=mq=m= 0.5 пикселя, или выразить в микронах умножив 0.5 на размер пикселя изображения.

33. Задание 1 Подсчитать разрешение снимков, с тем, чтобы определить достаточное оно будет или нет для дешифрирова-ния мелких объектов (от 5 мм и выше).
Задание 2 Что необходимо сделать, чтобы разрешение снимков удовлетворяло поставленной задаче.
Необходимо выполнить съемку фасада здания со следующими размерами: длина L = 15 м, высота H = 10 м. Расстояние до объекта зо м.
Съемку предполагается выполнять цифровой камерой SONY DSC-P200 с размером матрицы (формат снимка) 3072x2304 pix и фокусным расстоянием f = 3072 pix . Обработку снимков будем выполнять на цифровой фотограмметрической системе, обеспечивающей точность измерения продольных параллаксов порядка 0.5 пикселя, т.е. mp = 0.5pix.

34. Задание 1. Вычислить захват горизонтального и вертикального кадра для данного отстояния.
Задание 2. Рассчитать оптимальные условия съемки.

Необходимо выполнить съемку фасада здания со следующими размерами: длина L = 15 м, высота H = 10 м. По условиям ре-альной местности подходы к данному объекту ограничены, ширина улицы всего 10 метров. Необходимо получить трехмерную модель этого фасада в локальной системе координат объекта OXYZ с точностью определения координат точек этой модели не хуже 1см. Продольное перекрытие Px возьмем равным 60% . Съемку предполагается выполнять цифровой каме-рой Nikon D3100 с размером матрицы – 23.1 x 15.4 мм и фокусным расстоянием (f) – 18 мм. Обработку снимков будем выполнять на цифровой фотограмметрической системе, обеспечивающей точность измерения продольных параллаксов порядка 0.5 пикселя, т.е mp = 0.5pix.

35. Вычислить предельную ошибку определения высоты (дельта h пред) по ЦМР при создании фотопланов.

Стереопара снимков получена цифровой среднеформатной ка-мерой Hasselblad H4d 60 с размером пикселя матрицы 6мкм. Фокусное расстояние 81.8мм или 13633 пикселя, формат кадра в миллиметрах 40.2x53.7 или 6708x8956 соответственно в пикселях. Короткая сторона кадра направлена вдоль полета. Съемка выполнена с высоты H=2000 м с продольным перекрытием между снимками p=60%.

36. Вычислить еличины mx, my и mz точек местности, определен-ных по стереопаре снимков масштаба 1:5000, полученной АФА с f =150 мм и форматом кадра 23x23 см, с продольным перекрытием 60%.

Будем считать, что на стереопаре снимков точки были измерены с ошибками mx=my=mz=+/-0.01 мм

37. Вычислить величину смещения точек на снимке, вызванные рельефом местности. Максимальные превышения на местности составляют 100 м.

Стереопара снимков получена цифровой среднеформатной ка-мерой Hasselblad H4d 60 с размером пикселя матрицы 6мкм. Фокусное расстояние 81.8мм или 13633 пикселя, формат кадра в миллиметрах 40.2x53.7 или 6708x8956 соответственно в пикселях. Короткая сторона кадра направлена вдоль полета. Съемка выполнена с высоты H=2000 м с продольным перекрытием между снимками p=60%.

38. Задание 1.Рассчитать оптимальные параметры съемки.

Задание 2. Как изменяться параметры, если точностью опреде-ления координат точек этой модели потребуется не хуже 0.5см

Необходимо выполнить съемку фасада здания со следующими размерами: длина L = 25 м, высота H = 12 м. Необходимо получить трехмерную модель этого фасада в локальной системе координат объекта OXYZ с точностью определения координат точек этой модели не хуже 1см . Продольное перекрытие Px возьмем равным 60%. Съемку предполагается выполнять цифровой камерой Nikon D700 (4256 × 2832), f=6115 пикс. Обработку снимков будем выполнять на цифровой фотограмметрической системе, обеспечивающей точность измерения про-дольных параллаксов порядка 0.5 пикселя, т.е mp = 0.5pix.

9. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины

9.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература

1. Чибуничев А.Г. Фотограмметрия: Учебник для студентов вузов, обуч. по напр. подготовки 21.03.03 "Геодезия и дистанц. зондирование" (бакалавриат) и 21.04.03 "Геодезия и дистанц. зонндирование" (магистратура). / А.Г. Чибуничев. - Изд-во МИИГАиК, 2022.. - 328 - 978-5-91188-080-4. - Текст: непосредственный.

2. Составитель: Скрыпицына Т.Н., Уколова А.В. Курс лекций по дисциплинам «Основы архитектурной фотограмметрии» и «Архитектурная фотограмметрия»: Учебное пособие. – М.: МИИГАиК, 2020. – 127 с. Ил.

Дополнительная литература

1. Инструкция по фотограмметрическим работам при создании цифровых топографических карт и планов.ГКИНП (ГНТА)- 02-036-02. / Издательство ЦНИИГАиК, 2002. - 100 - Текст: непосредственный.

9.2. Профессиональные базы данных и ресурсы «Интернет», к которым обеспечивается доступ обучающихся

Профессиональные базы данных

1. http://www.racurs.ru/wiki/ - Официальный сайт компании Ракурс. Электронная библиотека Вики-Фотограмметрия
2. https://www.garant.ru - Информационно-правовой портал "Гарант"

Ресурсы «Интернет»

1. http://photogrammetria.ru/ - Официальный сайт компании НПП Фотограмметрия.
2. https://docs.cntd.ru/document/1200133756 - Электронный фонд правовых и норма-тивно-технических документов

9.3. Программное обеспечение и информационно-справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень программного обеспечения
(обновление производится по мере появления новых версий программы)

1. ГИС Панорама;
2. Axioma;
3. Agisoft Metashape;
4. 7Zip;
5. Microsoft Office;
6. PHOTOMOD;

Перечень информационно-справочных систем
(обновление выполняется еженедельно)

Не используется.

9.4. Оборудование и технические средства обучения

Специализированная лаборатория

Автоматизированное рабочее место (АРМ) - 46 шт.
Комплекты ЭВМ специализированные - 47 шт.
Маркерная доска - 4 шт.
Проектор - 3 шт.
Комплекты ЭВМ - 10 шт.

10. Методические указания по освоению дисциплины (модуля)

С целью успешного освоения данного предмета студенту необходимо выполнять домашние работы по указанным преподавателям темам и представленным на занятиях материалам. Для более успешного выполнения работы студенту предлагается использование учебно-методических материалов, соответствующих указанной теме.

Самостоятельная работа студентов описывается и регулируется:

- Методическими рекомендациями по дисциплине;
- Методическими рекомендациями по организации самостоятельной работы студентов МИИГАиК;

Описание возможностей изучения дисциплины лицами с ОВЗ и инвалидами

При необходимости обучения студентов-инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья аудиторные занятия могут быть заменены или дополнены изучением полнотекстовых лекций, презентаций, видео- и аудиоматериалов в электронной информационно-образовательной среде (ЭИОС) университета. Индивидуальные задания подбираются в адаптированных к ограничениям здоровья формах (письменно или устно, в форме презентаций). Выбор методов обучения зависит от их доступности для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья.

Рабочая программа дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.