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
17 февраля 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
МОДУЛЬ АЭРОКОСМИЧЕСКИХ СЪЕМОК И ФОТОГРАММЕТРИИ
«Б1.В.02.01 ОСНОВЫ ФОТОГРАММЕТРИИ»

Уровень высшего образования: бакалавриат

Направление подготовки: 21.03.03 Геодезия и дистанционное зондирование

Направленность(профиль) подготовки: Космическая геодезия и навигация

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная

Год набора (приема на обучение): 2023

Срок получения образования: 4 года

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

Москва, 2023

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

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

Рабочая программа дисциплины (модуля) составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 21.03.03 Геодезия и дистанционное зондирование, утвержденного приказом Минобрнауки от 12.08.2020 № 972

Согласование и утверждение

№	Подразделение	Ответственное лицо	ФИО	Виза	Дата, протокол (при наличии)
1	Геодезический факультет	Председатель ученого совета факультета	Половнев О. В.	Рассмотрено	23.01.2023, № 8

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 местности при решении практико-ориентированных задач в рамках производственно-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

ПК-6 Способен выполнять комплекс работ по планово-высотной подготовке материалов аэрокосмических и наземных фотограмметрических съемок

ПК-6.1 Планирует работы по планово-высотной подготовке материалов аэрокосмических и наземных фотограмметрических съемок

Знать:

ПК-6.1/Зн1 Методы анализа и обобщения отечественного и международного опыта в соответствующей области исследований

ПК-6.1/Зн4 Требования к точности получения конечных данных

ПК-6.1/Зн6 Технологии аэрокосмических и наземных фотограмметрических работ

Уметь:

ПК-6.1/Ум1 Применять нормативную документацию в соответствующей области знаний

ПК-6.1/Ум5 Выполнять геодезические работы по созданию планово-высотного обоснования методами лазерного сканирования

Владеть:

ПК-6.1/Нв1 Навыками анализа обеспеченности района работ планово-высотной основой и навыками составления проектов планово-высотной подготовки наземных и аэрокосмических снимков

ПК-6.1/Нв5 Навыками к выполнению полевых и камеральных работ по планово-высотной подготовке материалов аэрокосмических и наземных фотограмметрических съемок

ПК-6.1/Нв6 Основами интерпретации данных в контексте геоморфологических и геологических задач

ПК-6.2 Организовывает и выполняет работы по планово-высотной подготовке материалов аэрокосмических и наземных фотограмметрических съемок

Знать:

ПК-6.2/Зн1 Организовывает и выполняет работы работы по планово-высотной подготовке материалов аэрокосмических и наземных фотограмметрических съёмок

Уметь:

ПК-6.2/Ум1 Анализировать и систематизировать обрабатываемую информацию

ПК-6.2/Ум3 Интерпретировать результаты лабораторных и технологических исследований применительно к конкретным условиям

ПК-6.2/Ум5 Выполнять сбор, систематизацию и анализ научно-технической информации для обеспечения комплекса работ по планово-высотной подготовке материалов аэрокосмических и наземных фотограмметрических съемок

Владеть:

ПК-6.2/Нв1 Организовывает и выполняет работы по планово-высотной подготовке материалов аэрокосмических и наземных фотограмметрических съёмок

ПК-6.2/Нв4 Навыками составление проектов планово-высотной подготовки наземных и аэрокосмических снимков

ПК-6.2/Нв5 Разрабатывать программы и методики проведения комплекса работ по планово-высотной подготовке материалов аэрокосмических и наземных фотограмметрических съемок

3. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина (модуль) Б1.В.02.01 «Основы фотограмметрии» относится к формируемой участниками образовательных отношений части образовательной программы и изучается в семестре(ах): 5.

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)
5 семестр	108	3	17	34	21	Экзамен (36)
Всего	108	3	17	34	21	36

5. Содержание дисциплины (модуля)

5.1. Разделы, темы дисциплины и виды занятий

(часы промежуточной аттестации не указываются)

				а	ы е с

Наименование раздела, темы	Всего	Лекционные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работ	Планируемые результат обучения, соотнесенны результатами освоения программы
Раздел 1. Основы фотограмметрии	**72**	**17**	**34**	**21**	ПК-6.1 ПК-6.2
Тема 1.1. Введение в фотограмметрию	3		2	1	
Тема 1.2. Геометрические свойства аэрокосмических и наземных снимков, получаемых кадровыми и сканерными съемочными системами	2	1		1	
Тема 1.3. Теория одиночного кадрового снимка	5	2	2	1	
Тема 1.4. Теория пары кадровых снимков	8	2	4	2	
Тема 1.5. Фототриангуляция	9	2	4	3	
Тема 1.6. Трансформирование кадровых снимков	6	2	2	2	
Тема 1.7. Цифровые модели рельефа и местности	19	2	14	3	
Тема 1.8. Особенности фотограмметрической обработки аэро и космических сканерных снимков	9	2	4	3	
Тема 1.9. Наземная фотограмметрия и лазерное сканирование	5	2		3	
Тема 1.10. Методы и технологии создания и обновления карт по материалам аэрокосмических снимков. Автоматизация фотограмметрических работ	6	2	2	2	
Итого	**72**	**17**	**34**	**21**	

5.2. Содержание разделов, тем дисциплин и формы текущего контроля

Раздел 1. Основы фотограмметрии

Тема 1.1. Введение в фотограмметрию

Фотограмметрия и области ее применения. Краткий обзор истории фотограмметрии. 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 сканерны-ми 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. Определение координат точек местности по паре снимков методом двойной обратной фотограмметрической засечки. Определение элементов взаимного ориентирования. Построение фотограмметрической модели. Внешнее ориентирование фотограмметрической модели. Элементы внешнего ориентирования модели. Точность определения координат точек местности по паре кадровых снимков.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Коллоквиум
Практическая работа

Тема 1.5. Фототриангуляция

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

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Коллоквиум
Практическая работа

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
Коллоквиум
Практическая работа

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
Коллоквиум
Практическая работа
Расчетно-графическая работа

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
Коллоквиум

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 материа-лам 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

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: Экзамен, 5 семестр.

При проведении промежуточной аттестации, как правило, применяется среднее арифметическое значения оценок, полученных за каждый элемент оценивания, указанный в билете (два вопроса: теоретический и технологический).

Итоговая оценка по дисциплине (модулю) рассчитывается как отношение суммы оценок, полученных обучаемым за каждый вопрос и задачу, поделенное на количество полученных оценок (3).

7. Оценочные материалы текущего контроля

Раздел 1. Основы фотограмметрии

Контролируемые ИДК: ПК-6.1 ПК-6.2

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. 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 также приведение их к заданному масштабу
d) создания трехмерной модели

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

Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа

Вопросы/Задания:

1. Обработка стереопары аэроснимков

Тема 1.5. Фототриангуляция

Форма контроля/оценочное средство: Коллоквиум

Вопросы/Задания:

1. Назначение и классификация методов фототриангуляции
2. Принцип построения сетей маршрутной и блочной фототриангуляции методом независимых моделей
3. Принцип построения сетей маршрутной и блочной фототриангуляции методом связок
4. Технологии построения сетей фототриангуляции

Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа

Вопросы/Задания:

1. Фототриангуляция

Тема 1.6. Трансформирование кадровых снимков

Форма контроля/оценочное средство: Коллоквиум

Вопросы/Задания:

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

Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа

Вопросы/Задания:

1. Трансформирование

Тема 1.7. Цифровые модели рельефа и местности

Форма контроля/оценочное средство: Коллоквиум

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

Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа

Вопросы/Задания:

1. Создание цифровых моделей рельефа
2. Создание контурной части топографической карты

Форма контроля/оценочное средство: Расчетно-графическая работа

Вопросы/Задания:

1. Технология создания карт фотограмметрическим методом

Расчетно-графическая работа базируется на результатах практических работ 1-5

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 камерой 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 ориентирования, определенными навигационным и

инерциальным бортовым оборудованием в полете.

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 съёмочных систем
3. Назовите способы получения изображения оптико-электронных сканеров
4. Какие вы знаете способы получения стереопары сканерных 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: Коллоквиум

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 точек на снимке

8. Оценочные материалы промежуточной аттестации

5 семестр, Экзамен

Контролируемые ИДК: ПК-6.1 ПК-6.2

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 определения 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 лазерно-локационных 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\

$$m_x = m_y = m_p = \pm 0.01 мм$$

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 области 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 топографическую карту масштаба 1:2 000 с высотой сечения рельефа 1 м.

32. Вычислить точность определения плановых и высотных координат.

Стереопара снимков получена цифровой среднеформатной камерой 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 дешифрирования 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.

Задание 1 Подсчитать разрешение снимков, с тем, чтобы определить достаточное оно будет или нет для дешифрирования мелких объектов (от 5 мм и выше).
Задание 2 Что необходимо сделать, чтобы разрешение снимков удовлетворяло поставленной задаче.

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 реальной 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 камерой 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 величины mX, mY и mZ точек местности, определенных 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

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

Стереопара снимков получена цифровой среднеформатной камерой 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%.

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

Стереопара снимков получена цифровой среднеформатной камерой 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 определения 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 продольных 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.

Дополнительная литература

1. Краснопевцев Б.В., Скрыпицына Т.Н. Методические указания по фотограмметрической обработке снимков на цифровой фотограмметрической системе PHOTOMOD5 Lite. Часть 1. Формирование проекта. Построение сети фототриангуляции. - М.: Издательство МИИГАиК, 2015 г. 75 с.

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.

3. Составители: Т.Н. Скрыпицына, С.Б. Макаров. Лабораторный практикум по дисциплине «Наземная фотограмметрия» и «Основы архитектурной фотограмметрии»: Методические указания. - М.: МИИГАиК, 2017. - 76 с.

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

5. Составители: Б.В. Краснопевцев, Т.Н. Скрыпицына, С.Б. Макаров. Методические указания по фотограмметрической обработке снимков на цифровой фотограмметрической системе Photomod5 Lite и географической информационной системе MapInfo Professional. Ч 2. Трассирование горизонталей, построение цифровой модели рельефа и матрицы высот, создание ортофотоплана, векторизация объектов на Photomod5 Lite и MapInfo Professional. - М.: МИИГАиК, 2018. - 76 с.

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

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. Agisoft Metashape;
3. 7Zip;
4. Microsoft Office;
5. PHOTOMOD;

Перечень информационно-справочных систем
(обновление выполняется еженедельно)

Не используется.

9.4. Оборудование и технические средства обучения

Специализированная лаборатория

Автоматизированное рабочее место (АРМ) - 15 шт.
Комплекты ЭВМ специализированные - 31 шт.
Маркерная доска - 2 шт.
Проектор - 1 шт.

10. Методические указания по освоению дисциплины (модуля)

Освоение обучающимся учебной дисциплины «Основы фотограмметрии» предполагает изучение материалов дисциплины на аудиторных занятиях и в ходе самостоятельной работы. Аудиторные занятия проходят в форме лекций и практических занятий. Самостоятельная работа включает разнообразный комплекс видов и форм работы обучающихся.

Самостоятельная работа студентов (СРС) позволяет предметно выработать практические навыки, обеспечить понимание теории фотограмметрии для целей создания и обновления топографических карт и планов, и решения прикладных задач, более осознанно относиться к уровню своей профессиональной подготовки. СРС способствует развитию их мыслительной деятельности, обеспечивает усвоение определенного учебного материала и предоставляет необходимую подготовку для решения конкретных практических задач, входящих в их будущие профессиональные обязанности. СРС направлена на обеспечение индивидуализации при изучении курса, на развитие способностей и возможностей, на персонификацию контроля за качеством обучения.

При подготовке к практическим занятиям, руководствуясь планом и списком рекомендуемой литературы, необходимо изучить тему так, чтобы по каждому из предложенных вопросов студент мог дать развернутый, обстоятельный ответ.

Внеаудиторная самостоятельная работа студентов включает:

- Работа над конспектом лекции
- Подготовка к практическому занятию
-Подготовка отчета по лабораторной работе
- Самостоятельное изучение отдельных тем, параграфов
- Подготовка к научному докладу (презентация)
- Подготовка к экзамену

Для успешного освоения учебной дисциплины и достижения поставленных целей необходимо внимательно ознакомиться настоящей рабочей программы учебной дисциплины. Ее может представить преподаватель на вводной лекции или самостоятельно обучающийся использует информацию на официальном Интернет-сайте Университета.

Следует обратить внимание на список основной и дополнительной литературы, которая имеется в электронной библиотечной системе Университет, на предлагаемые преподавателем ресурсы информационно-телекоммуникационной сети Интернет. Эта информация необходима для самостоятельной работы обучающегося.

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.