



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 ПРАКТИКИ
«Б2.В.03 ФОТОГРАММЕТРИЯ (ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПРАКТИКА)»**

Уровень высшего образования: бакалавриат

Направление подготовки: 21.03.03 Геодезия и дистанционное зондирование

Направленность(профиль) подготовки: Аэрокосмические съёмки и фотограмметрия

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.

Рабочая программа практики 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 практики
2. Перечень планируемых результатов обучения при прохождении практики, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы
3. Вид практики, способ и формы ее проведения
4. Место практики в структуре образовательной программы
5. Объем практики и ее продолжительность
6. Содержание практики
7. Формы отчетности по практике
8. Оценочные материалы текущего контроля
9. Оценочные материалы промежуточной аттестации
10. Порядок проведения промежуточной аттестации
11. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение практики
 - 11.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы
 - 11.2. Профессиональные базы данных и ресурсы «Интернет», к которым обеспечивается доступ обучающихся
 - 11.3. Информационные технологии, программное обеспечение и информационно-справочные системы, используемые при проведении практики
 - 11.4. Описание материально-технической базы, необходимой для проведения практики
12. Методические указания по освоению дисциплины (модуля)

1. Цель и задачи практики

Цель практики - изучение методов и технологий создания и обновления топографических, кадастровых и других видов планов и карт по материалам аэро- и космических съёмок, включая фотограмметрическую обработку снимков и дешифрирование.

Задачи практики:

- освоение программного обеспечения фотограмметрической обработки снимков;
- изучение технологий создания ортофотопланов по материалам аэро- и космических съёмок;
- изучение технологий создания фасадных планов зданий и сооружений методом стереофотограмметрической съёмки;
- изучение технологии мониторинга деформаций зданий и сооружений по материалам наземной стереофотограмметрической съёмки.

2. Перечень планируемых результатов обучения при прохождении практики, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Данный вид практики направлен на формирование у обучающихся следующих компетенций:

ПК-7 Способен выполнять технологические операции по созданию космических продуктов и оказанию космических услуг на основе использования данных ДЗЗ

ПК-7.1 Выполнение операции по подготовке плана космической съёмки, приему и восстановлению характеристик (первичной обработке) данных ДЗЗ

Знать:

ПК-7.1/Зн1 Основы дистанционного зондирования, методов планирования космической съёмки

Уметь:

ПК-7.1/Ум1 Работать с программным обеспечением для обработки изображений, включая выполнение первичной обработки данных (восстановление характеристик, геометрическая коррекция)

Владеть:

ПК-7.1/Нв1 Навыками работы с геоинформационными системами (ГИС) для анализа и интеграции данных.

ПК-7.2 Выполняет технологические операции по фотограмметрической обработке данных ДЗЗ

Знать:

ПК-7.2/Зн1 Принципы устройства и работы различных съёмочных систем дистанционного зондирования Земли, включая спутниковое зондирование и съёмку с беспилотных летательных аппаратов (БПЛА)

Уметь:

ПК-7.2/Ум1 Проводить все этапы фотограмметрической обработки данных ДЗЗ.

Владеть:

ПК-7.2/Нв1 Программным обеспечением для фотограмметрической обработки, создания ортофотомозаик и 3D-моделей

ПК-7.3 Выполняет дешифрирование материалов космической съёмки

Знать:

ПК-7.3/Зн1 Основы дистанционного зондирования Земли, методы дешифрирования и характеристики космических аппаратов

Уметь:

ПК-7.3/Ум1 Применять специализированное программное обеспечение, анализировать изображения и интерпретировать полученные данные, а также

Владеть:

ПК-7.3/Нв1 Навыками работы с различными типами материалов космической съемки для решения конкретных задач

ПК-7.4 Создает тематические информационные продукты на основе данных ДЗЗ

Знать:

ПК-7.4/Зн1 Теоретические и методические основы радиометрической коррекции и фотограмметрической обработки данных ДЗЗ

ПК-7.4/Зн2 Основы фотограмметрии

Уметь:

ПК-7.4/Ум1 Выполнять специализированные фотограмметрические работы при изысканиях, проектировании, строительстве и эксплуатации инженерных объектов разного назначения

ПК-7.4/Ум2 Создавать трехмерные цифровые модели физической поверхности Земли и инженерных сооружений

ПК-7.4/Ум3 Применять средства вычислительной техники для математической обработки результатов фотограмметрических измерений

Владеть:

ПК-7.4/Нв1 Владеть навыками использования специализированного программного обеспечения для обработки и анализа данных дистанционного зондирования, что позволяет эффективно разрабатывать космические продукты и предоставлять услуги в различных областях, таких как экология, сельское хозяйство и управление земельными ресурсами.

ПК-8 Способен выполнять фотограмметрическую обработку материалов аэрокосмических и наземных съемок

ПК-8.1 Контролирует материалы дистанционного зондирования

Знать:

ПК-8.1/Зн1 Основные типы данных (оптические, тепловые, радарные), методы их получения и обработки

ПК-8.1/Зн2 Эксплуатации БВС, в том числе выполнение операций фотограмметрической и стереофотограмметрической обработки результатов наземных и аэрокосмических съемок

Уметь:

ПК-8.1/Ум1 Использовать специализированное программное обеспечение для анализа изображений, владеть навыками работы с геоинформационными системами (ГИС)

ПК-8.1/Ум2 Осуществлять дистанционное пилотирование и (или) контроль параметров полета одного беспилотного воздушного судна

Владеть:

ПК-8.1/Нв1 Уметь создавать тематические карты по результатам анализа данных ДЗЗ.

ПК-8.1/Нв2 Навыками эксплуатация БВС, включая выполнение комплекса работ по фотограмметрической, стереофотограмметрической обработке результатов наземных аэросъемок для получения фотограмметрической продукции

ПК-8.2 Выполняет фотограмметрическую, стереофотограмметрическую обработку результатов наземных аэро- и космических съемок

Знать:

ПК-8.2/Зн1 Передовой отечественный и зарубежный опыт в области выполнения фотограмметрических работ

ПК-8.2/Зн2 Программные средства фотограмметрической и тематической обработки изображений, в том числе в виде массивов точек лазерного сканирования

ПК-8.2/Зн3 Комплекса работ по фотограмметрической, стереофотограмметрической обработке результатов наземных аэросъемок и космических съемок для получения фотограмметрической продукции

Уметь:

ПК-8.2/Ум2 Применять практический отечественный и зарубежный опыт при решении профессиональных задач

ПК-8.2/Ум3 Работать на специализированных программно-аппаратных комплексах в области фотограмметрии и дистанционного зондирования

ПК-8.2/Ум4 Использовать специальные средства и методы фотограмметрической обработки и интерпретации изображений и картографической информации

Владеть:

ПК-8.2/Нв1 Приемами работы на цифровых фотограмметрических системах, выполняемых при создании и обновлении топографических и кадастровых карт и планов и решении других задач

3. Вид практики, способ и формы ее проведения

Вид практики - .

Способ проведения практики - Стационарная.

Практика проводится без отрыва от аудиторных занятий.

4. Место практики в структуре образовательной программы

Б2.В.03 «Фотограмметрия (технологическая практика)» относится к формируемой участниками образовательных отношений части образовательной программы и проводится в семестре(ах): 6.

В процессе прохождения практики студент готовится к решению типов задач профессиональной деятельности, предусмотренных ФГОС ВО и учебным планом.

5. Объем практики и ее продолжительность

Общая трудоемкость практики составляет 3 зачетных единиц(-ы) продолжительностью 2 недели или 108 часа(-ов).

Период обучения	Общая трудоемкость (часы)	Общая трудоемкость (ЗЕТ)	Практические занятия (часы)	Самостоятельная работа (часы)	Промежуточная аттестация (часы)
6 семестр	108	3	72	36	Зачет с оценкой
Всего	108	3	72	36	

6. Содержание практики

6. 1. Разделы, этапы, темы практики и виды работ

Наименование раздела, темы	Всего	Практические занятия	Самостоятельная работа	Планируемые результаты обучения, соотнесенные с результатами освоения программы
Раздел 1. Фотограмметрическая обработка аэро - и космических снимков	108	72	36	ПК-7.1 ПК-7.2 ПК-7.3 ПК-7.4
Тема 1.1. Фотограмметрическая обработка аэро - и космических снимков	108	72	36	ПК-8.1 ПК-8.2
Итого	108	72	36	

6. 2. Контрольные мероприятия по практике

№ п/п	Наименование раздела	Контролируемые ИДК	Вид контроля/ используемые оценочные материалы	
			Текущий	Промежут. аттестация
1	Фотограмметрическая обработка аэро - и космических снимков - 108 час. Тема 1.1 Фотограмметрическая обработка аэро - и космических снимков - 108 час.	ПК-7.1 ПК-7.2 ПК-7.3 ПК-7.4 ПК-8.1 ПК-8.2	Коллоквиум	Зачет с оценкой

6.3. Содержание этапов, тем практики и формы текущего контроля

Раздел 1. Фотограмметрическая обработка аэро - и космических снимков

Тема 1.1. Фотограмметрическая обработка аэро - и космических снимков

Выполнение студентом полного цикла фотограмметрической обработки аэрокосмической съемки с целью получения документов о местности:

- фототриангуляция;
- создание ЦММ и ЦМР;
- создание ортофотоплана;
- создание цифрового топографического плана с горизонталями;
- создание 3-х мерных моделей местности.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Коллоквиум

7. Формы отчетности по практике

- Отчет

8. 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, 6 семестр.

9. Оценочные материалы текущего контроля

Раздел 1. Фотограмметрическая обработка аэро - и космических снимков

Контролируемые ИДК: ПК-7.1 ПК-7.2 ПК-7.3 ПК-7.4 ПК-8.1 ПК-8.2

Тема 1.1. Фотограмметрическая обработка аэро - и космических снимков

Форма контроля/оценочное средство: Коллоквиум

Вопросы/Задания:

1. Что такое связка проектирующих лучей?
2. Что определяется в процессе внутреннего ориентирования снимка?
3. Назвать элементы внешнего ориентирования снимка.
4. Что такое матрица направляющих косинусов?
5. Сколько координат можно определить по одиночному снимку?
6. Дать определение опорной точки
7. Сколько опорных точек нужно измерить, чтобы определить элементы внешнего ориентирования снимка
8. Что такое стереопара?
9. Способы получения стереоэффекта.
10. Что такое параллакс?
11. Условие взаимного ориентирования снимков.
12. Условие взаимного ориентирования снимков.
13. Назвать элементы взаимного ориентирования снимков.
14. Что измеряется в процессе взаимного ориентирования снимков.
15. Как оценивается качество построенной стереомодели.
16. Назвать элементы внешнего ориентирования стереомодели.
17. Сколько опорных точек необходимо измерить, чтобы внешне ориентировать стереомодель

18. Принцип построения сетей маршрутной и блочной фототриангуляции методом независимых моделей
19. Принцип построения сетей маршрутной и блочной фототриангуляции методом связок.
20. Создание цифровых фотопланов по перекрывающимся снимкам.
21. Что измеряется автоматически в фотограмметрии?
22. В чем смысл корреляционного метода отождествления соответственных точек?
23. Основные проблемы автоматического отождествления соответственных точек
24. Что показывает градиент от изображения?
25. Назовите методы монокулярных автоматических измерений координат точек снимков.
26. Основные случаи наземной стереофотограмметрической съёмки
27. Особенности получения и фотограмметрической обработки одиночных и стереопар наземных снимков статических и динамических объектов
28. Камеры, применяемые в наземной фотограмметрии
29. Что такое калибровка камеры?
30. Системы координат, применяемые в наземной фотограмметрии и элементы ориентирования наземных снимков
31. От чего зависит точность наземной стереофотограмметрической съёмки?
32. Для чего применяют кодированные маркированные точки?
33. Для чего применяют структурированный свет?
34. Классификация аэрокосмических сканерных съёмочных систем
35. Что такое RPC коэффициенты?
36. Как можно вычислить RPC коэффициенты?
37. Особенности цифрового трансформирования сканерных снимков

10. Оценочные материалы промежуточной аттестации

6 семестр, Зачет с оценкой

Контролируемые ИДК: ПК-7.1 ПК-8.1 ПК-7.2 ПК-8.2 ПК-7.3 ПК-7.4

Вопросы/Задания:

1. Элементы внутреннего и внешнего ориентирования кадрового снимка
2. Определение элементов ориентирования снимка по опорным точкам
3. Назначение и классификация методов фототриангуляции. Способы уравнивания
4. Цифровое трансформирование снимков в ортогональную проекцию и в проекцию карты
5. Создание цифровых фотопланов по перекрывающимся снимкам
6. Цифровые модели рельефа. Определение. Способы получения. Методы оценки
7. Точность определения координат точек местности по паре кадровых снимков
8. Технологии построения сетей фототриангуляции
9. Оценка точности цифровых фотопланов

10. Создание цифровых моделей рельефа

11. Способы калибровки фотосъемочных систем

12. Основные принципы автоматических измерений на снимках

13. 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.

14. 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. Съемка 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. $m_x=m_y=m_p=m_q=m=0.5$ пикселя, или выразить в микронах умножив 0.5 на размер пикселя изображения.

15. Вычислить величины m_x , m_y и m_z 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 $m_x=m_y=m_z=\pm 0.01\text{мм}$

16. Вычислить предельную ошибку определения высоты (Δh 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 $p=60\%$.

17. 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 $p=60\%$.

11. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение практики

11.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература

1. Михайлов А.П. Фотограмметрия: Учебник для вузов / Под общ. ред. А.Г. Чибуничева. / А.П. Михайлов, А.Г. Чибуничев; А. П. Михайлов, А. Г. Чибуничев ;. - МИИГАиК, 2016. - 294 - 978-5-91188-070-5. - Текст: непосредственный.

2. Составитель: Скрипицына 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.

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

Профессиональные базы данных

1. <https://www.garant.ru> - Информационно-правовой портал "Гарант"
2. <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. <http://www.isprs.org> - Официальный сайт Международного общества фотограмметрии и дистанционного зондирования. Самая большая база научных статей по фотограмметрии
3. <http://photogrammetria.ru/> - Официальный сайт компании НПП Фотограмметрия.
4. <https://docs.cntd.ru/document/1200133756> - Электронный фонд правовых и норма-тивно-технических документов

11.3. Информационные технологии, программное обеспечение и информационно-справочные системы, используемые при проведении практики

Перечень программного обеспечения

(обновление производится по мере появления новых версий программы)

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

Перечень информационно-справочных систем

(обновление выполняется еженедельно)

Не используется.

11.4. Описание материально-технической базы, необходимой для проведения практики

Место проведения практики и описание МТО.

- кафедра Фотограмметрии.

Специализированная лаборатория

107

Автоматизированное рабочее место (АРМ) - 16 шт.
Комплекты ЭВМ специализированные - 16 шт.
Маркерная доска - 1 шт.
Проектор - 1 шт.

110

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

106а

Комплекты ЭВМ специализированные - 16 шт.
Маркерная доска - 1 шт.

12. Методические указания по прохождению практики

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 особенностей прохождения практики 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.