



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

Факультет оптического приборостроения
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
24 марта 2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
«Б1.В.01 ФОТОГРАММЕТРИЯ: ОПТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ И СРЕДСТВА»**

Уровень высшего образования: магистратура

Направление подготовки: 12.04.02 Оптотехника

Направленность(профиль) подготовки: Оптико-электронные приборы и системы

Квалификация (степень) выпускника: магистр

Форма обучения: очная

Год набора (приема на обучение): 2025

Срок получения образования: 2 года

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

Москва, 2025

Разработчики:

Доцент кафедры Фотограмметрии, к.н. Говоров А. В.

Рабочая программа дисциплины (модуля) составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 12.04.02 Опотехника, утвержденного приказом Минобрнауки от 19.09.2017 № 941

Согласование и утверждение

№	Подразделение	Ответственное лицо	ФИО	Виза	Дата, протокол (при наличии)
1	факультет Оптического приборостроения	Председатель ученого совета факультета	Торшина И. П.	Рассмотрено	15.01.2025, № 2/24-25

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 профессиональных компетенций, определяющих готовность и способность магистра оптотехники (профиль "Оптико-электронные приборы и системы") к использованию знаний в области фотограмметрии при решении задач в рамках производственно-технологической, проектно-изыскательной и научно-исследовательской профессиональной деятельности.

Задачи изучения дисциплины:

- изучить базовые принципы и методы фотограмметрии;
- применять технологии для точных измерений и создания 3D-моделей;
- использовать фотограмметрию в проектно-изыскательных работах;
- проводить исследования для совершенствования методов фотограмметрии.

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

Компетенции, индикаторы и результаты обучения

ПК-4 Способность к разработке структурных и функциональных схем оптических и оптико-электронных приборов, систем и комплексов с определением их физических принципов действия, структур и установлением технических требований на отдельные блоки и элементы

ПК-4.1 Определяет перечень проблем в области получения, хранения и обработки информации с использованием оптических и оптико-электронных приборов и систем

Знать:

ПК-4.1/Зн1 Физическую и прикладную оптику основы и принципы

ПК-4.1/Зн2 Оптические технологии передачи, записи и обработки информации. Методы расчета параметров источников и приемников оптического излучения. Методы анализа и синтеза аналоговых, цифровых и микропроцессорных устройств. Технический английский язык в области оптического приборостроения, оптических материалов и технологий в объеме, необходимом для взаимодействия и получения информации из зарубежных источников. Принципы организации и проведения исследований. Методы обработки результатов исследований.

ПК-4.1/Зн3 Физические основы и принципы построения оптикоэлектронных приборов и систем различного назначения.

Уметь:

ПК-4.1/Ум1 Анализировать предъявляемые технические требования к разрабатываемым оптикоэлектронным приборам и системам получения, хранения и обработки информации с учетом известных экспериментальных и теоретических результатов, опубликованных в научно-технической литературе и открытых источниках информации

ПК-4.1/Ум2 Анализировать предъявляемые технические требования к разрабатываемым оптическим и оптикоэлектронным приборам и системам получения, хранения и обработки информации с учетом известных экспериментальных и теоретических результатов, опубликованных в научнотехнической литературе и открытых источниках информации. Производить патентный поиск. Использовать стандартные текстовые и графические программы для оформления документации. Работать в команде. Рационально организовывать трудовую деятельность.

ПК-4.1/Ум3 Выявлять зависимости между параметрами исследуемого процесса, явления и особенностями работы прибора.

Владеть:

ПК-4.1/Нв1 Навыками расчета проектирования и конструирования типовых систем, приборов, деталей и узлов оптоэлектроники

ПК-4.1/Нв2 Разрабатывать и исследовать новые способы и принципы функционирования оптических и оптикоэлектронных приборов и систем получения, хранения и обработки информации.

ПК-4.1/Нв3 Навыками энергетического и габаритного расчета типовых оптикоэлектронных приборов специального назначения.

ПК-4.2 Осуществляет поиск имеющихся технологий получения, хранения и обработки информации с использованием оптических и оптико-электронных приборов и систем

Знать:

ПК-4.2/Зн1 Перспективные оптические материалы и технологии

ПК-4.2/Зн2 Оптические технологии передачи, записи и обработки информации. Методы расчета параметров источников и приемников оптического излучения. Методы анализа и синтеза аналоговых, цифровых и микропроцессорных устройств. Технический английский язык в области оптического приборостроения, оптических материалов и технологий в объеме, необходимом для взаимодействия и получения информации из зарубежных источников. Принципы организации и проведения исследований. Методы обработки результатов исследований.

ПК-4.2/Зн3 Оптические технологии передачи, записи и обработки информации.

Уметь:

ПК-4.2/Ум1 Обосновать предлагаемые решения. Выявлять зависимости между параметрами исследуемого процесса, явления и особенностями работы прибора

ПК-4.2/Ум2 Анализировать предъявляемые технические требования к разрабатываемым оптическим и оптикоэлектронным приборам и системам получения, хранения и обработки информации с учетом известных экспериментальных и теоретических результатов, опубликованных в научнотехнической литературе и открытых источниках информации. Производить патентный поиск. Использовать стандартные текстовые и графические программы для оформления документации. Работать в команде. Рационально организовывать трудовую деятельность.

ПК-4.2/Ум3 Производить патентный поиск.

Владеть:

ПК-4.2/Нв1 Навыками расчета проектирования и конструирования типовых систем, приборов, деталей и узлов оптоэлектроники.

ПК-4.2/Нв2 Разрабатывать и исследовать новые способы и принципы функционирования оптических и оптикоэлектронных приборов и систем получения, хранения и обработки информации.

ПК-4.2/Нв3 Навыками энергетического и габаритного расчета типовых оптикоэлектронных приборов специального назначения.

ПК-4.4 Выявляет новые способы получения, хранения и обработки информации с использованием оптических и оптико-электронных приборов и систем на основе разрабатываемых конкурентоспособных технологий

Знать:

ПК-4.4/Зн1 Оптические технологии передачи, записи и обработки информации

ПК-4.4/Зн2 Физическая и прикладная оптика. Оптические технологии передачи, записи и обработки информации. Методы расчета параметров источников и приемников оптического излучения.

ПК-4.4/Зн3 Методы анализа и синтеза аналоговых, цифровых и микропроцессорных устройств.

Уметь:

ПК-4.4/Ум1 Рационально организовывать трудовую деятельность

ПК-4.4/Ум2 Анализировать предъявляемые технические требования к разрабатываемым оптическим и оптикоэлектронным приборам и системам получения, хранения и обработки информации с учетом известных экспериментальных и теоретических результатов, опубликованных в научнотехнической литературе и открытых источниках информации. Производить патентный поиск. Использовать стандартные текстовые и графические программы для оформления документации. Работать в команде. Рационально организовывать трудовую деятельность.

ПК-4.4/Ум3 Анализировать предъявляемые технические требования к разрабатываемым оптикоэлектронным приборам и системам получения, хранения и обработки информации с учетом известных экспериментальных и теоретических результатов, опубликованных в научно-технической литературе и открытых источниках информации.

Владеть:

ПК-4.4/Нв1 Навыками расчета проектирования и конструирования типовых систем, приборов, деталей и узлов оптоэлектроники.

ПК-4.4/Нв2 Проводить анализ полученных результатов моделирования работы оптико-электронных приборов на основе физических процессов и явлений.

ПК-4.4/Нв3 Навыками энергетического и габаритного расчета типовых оптикоэлектронных приборов специального назначения.

3. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина (модуль) Б1.В.01 «Фотограмметрия: оптические методы и средства» относится к формируемой участниками образовательных отношений части образовательной программы и изучается в семестре(ах): 3.

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)
3 семестр	108	3	34	17	57	Зачет
Всего	108	3	34	17	57	

5. Содержание дисциплины (модуля)

5.1. Разделы, темы дисциплины и виды занятий

(часы промежуточной аттестации не указываются)

	Лекционные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	Промежуточная аттестация

Наименование раздела, темы	Всего	Лекционные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	Планируемые результаты обучения, соответствующие результатам освоения программы
Раздел 1. Фотограмметрия	108	34	17	57	ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.4
Тема 1.1. Теория одиночного кадрового снимка	12	4	2	6	
Тема 1.2. Теория пары кадровых снимков	12	4	2	6	
Тема 1.3. Пространственная фототриангуляция	13	5	2	6	
Тема 1.4. Цифровое трансформирование кадровых снимков	14	4	2	8	
Тема 1.5. Теория и методы фотограмметрической обработки одиночных и стереопар аэрокосмических сканерных снимков.	15	4	3	8	
Тема 1.6. Наземная фотограмметрия.	14	4	2	8	
Тема 1.7. Трехмерное наземное лазерное сканирование.	13	4	2	7	
Тема 1.8. Автоматизация фотограмметрических измерений.	15	5	2	8	
Итого	108	34	17	57	

5.2. Содержание разделов, тем дисциплин и формы текущего контроля

Раздел 1. Фотограмметрия

Тема 1.1. Теория одиночного кадрового снимка

Введение. Снимок как центральная проекция местности. Некоторые свойства центральной проекции. Системы координат снимка. Элементы внутреннего ориентирования снимка. Наблюдение и измерение цифровых изображений. Внутреннее ориентирование снимка в системе координат цифрового изображения.

Системы координат объекта. Элементы внешнего ориентирования снимка. Формулы связи координат соответственных точек снимка и местности. Определение элементов внутреннего и внешнего ориентирования снимка по опорным точкам.

Тема 1.2. Теория пары кадровых снимков

Основы монокулярного и бинокулярного зрения. Стереоскопическое наблюдение снимков. Способы измерения стереопар снимков. Автоматизированные методы измерения точек на стереопаре цифровых снимков. Формулы связи координат точек местности и их изображений на стереопаре снимков (прямая фотограмметрическая засечка). Условие, уравнения и определение элементов взаимного ориентирования снимков. Построение фотограмметрической модели. Внешнее ориентирование модели. Элементы внешнего ориентирования модели и их определение. Точность определения координат точек объекта по стереопаре снимков.

Тема 1.3. Пространственная фототриангуляция

Построение и уравнивание маршрутной и блочной фототриангуляции по методам независимых моделей и связок без калибровки и с самокалибровкой. Назначение и области применения цифрового трансформирования снимков. Создание цифрового ортофототрансформированного снимка. Создание цифровых фотопланов. Оценка точности цифровых трансформированных фотоснимков и фотопланов.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Контрольная работа

Тема 1.4. Цифровое трансформирование кадровых снимков

Методы цифрового трансформирования снимков в ортогональную проекцию и в проекцию карты. Требования к точности цифровых моделей рельефа используемых при цифровом трансформировании кадровых снимков. Создание фотопланов по перекрывающимся снимкам. Оценка точности трансформированных изображений. Цифровое трансформирование снимков застроенных территорий. Цифровое трансформирование наклонного снимка в горизонтальный снимок. Цифровое трансформирование снимков в центральную проекцию с заданными значениями элементов внутреннего и внешнего ориентирования.

Тема 1.5. Теория и методы фотограмметрической обработки одиночных и стереопар аэрокосмических сканерных снимков.

Принципы работы авиационных и космических оптико-электронных и оптико-механических сканерных съемочных систем. Методы получения стереоскопических сканерных изображений. Основные технические характеристики авиационных и космических сканерных съемочных систем, применяемых для целей фотограмметрии.

Методы фотограмметрической обработки одиночных и стереопар изображений, получаемых сканерными съемочными системами с использованием элементов внешнего ориентирования сканерной съемочной системы, коэффициентов RPC и опорных точек. Упрощенные методы обработки сканерных изображений. Цифровое трансформирование сканерных изображений.

Тема 1.6. Наземная фотограмметрия.

Цифровые съёмочные камеры, применяемые в наземной фотограмметрии. Методы фотограмметрической калибровки цифровых съёмочных камер. Техническое проектирование наземной стереофотограмметрической съёмки. Полевые фотосъёмочные работы. Опорное геодезическое обоснование наземной стереофотограмметрической съёмки и методы его создания. Особенности фотограмметрической обработки одиночных и стереопар наземных кадровых снимков. Особенности построения сетей фототриангуляции по наземным снимкам. Полевые и камеральные фотограмметрические работы при создании карт и других документов о местности методом наземной фотограмметрической съёмки.

Особенности проведения полевых и камеральных работ при проведении архитектурных обмеров и создания трехмерных измерительных моделей методами наземной фотограмметрии.

Фотограмметрические методы наблюдения деформаций сооружений, оползней и других динамических процессов.

Тема 1.7. Трехмерное наземное лазерное сканирование.

принципы работы сканеров, этапы сбора и обработки данных, а также практическое применение в различных сферах, таких как строительство, геодезия, археология и промышленность. Также затрагиваются преимущества технологии, включая высокую точность и скорость измерений, и ее ограничения, такие как зависимость от погодных условий и стоимость оборудования.

Тема 1.8. Автоматизация фотограмметрических измерений.

Назначение цифровых фотограмметрических систем и их составные модули. Системы стереоскопического наблюдения и измерения точек, применяемые в цифровых фотограмметрических системах.

Методы автоматического стереотождествления одноименных точек (корреляционный метод и метод наименьших квадратов. Проблема автоматического стереотождествления одноименных точек. Методы, сужающие область поиска на смежных снимках. (использование априорной информации о параметрах съёмки; построение пирамиды изображений; использование базисных линий на стереопаре снимков. Поиск точек на стереопаре снимков идеального случая съёмки и т.д). Построение плотного облака точек по стереопаре снимков.

Вычисление градиента изображения. Операторы выделения характерных точек. Методы вычисления координат центра маркированных точек, основанные на вычислении центра тяжести фигуры и на основе уравнения фигуры.

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, 3 семестр.

7. Оценочные материалы текущего контроля

Раздел 1. Фотограмметрия

Контролируемые ИДК: ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.4

Тема 1.3. Пространственная фототриангуляция

Форма контроля/оценочное средство: Контрольная работа

8. Оценочные материалы промежуточной аттестации

3 семестр, Зачет

Контролируемые ИДК: ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.4

Вопросы/Задания:

1. Геометрические свойства аэрокосмических и наземных снимков, получаемых кадровыми и сканерными съёмочными системами.
2. Способы стереоскопического наблюдения и измерения снимков.
3. Системы координат, используемые в фотограмметрии.
4. Элементы внутреннего и внешнего ориентирования снимка.
5. Определение элементов внешнего ориентирования снимков.
6. Элементы взаимного ориентирования пары снимков.
7. Элементы внешнего ориентирования модели.
8. Внешнее ориентирование модели.
9. Точность определения координат точек местности по стереопаре кадровых снимков.
10. Построение сетей маршрутной и блочной фототриангуляции методами не-зависимых моделей и связей.
11. Цифровое фототрансформирование снимков
12. Монтирование цифровых ортофотопланов и их оценка точности.
13. Создание персонального проекта, внутреннее ориентирование, контроль.
14. Измерение связующих точек, отчет по взаимному, уравнивание свободной сети.
15. Измерение опорных точек, внешнее ориентирование и уравнивание сети.
16. Измерение пикетов в стерео, TIN, Матрица высот, контроль матрицы высот.

17. Ортотрансформирование, контроль ортофото. Создание фотоплана, порезы, выравнивание яркости.

18. Создание персонального проекта сканерной съёмки. Паншарпенинг. Измерение связующих и опорных точек.

9. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины

9.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература

1. Изложены теория одиночного и пары снимков, фототриангуляция. Рассмотрены вопросы проективной фотограмметрии и автоматизации фотограмметрических измерений, выполняемых по цифровым изображениям, создания цифровых моделей поверхности рельефа, местности и ортофотопланов, воздушное и наземное лазерное сканирование, фотограмметрические методы обработки изображений, полученных сканерными съёмочными системами, технология аэрофототопографической съёмки, а также вопросы наземной фотограмметрии. Для студентов геодезических вузов и инженерно-технических работников аэрогеодезического производства.

2. Савиных В.П. Оптико-электронные системы дистанционного зондирования: Учеб. для вузов / В.П. Савиных, В.А. Соломатин. - Издательство Недра, 1995. - 315 - 5-247-03504-6. - Текст: непосредственный.

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. <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. <https://docs.cntd.ru/document/1200133756> - Электронный фонд правовых и норма-тивно-технических документов

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.

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) - 31 шт.

Комплекты ЭВМ специализированные - 47 шт.

Маркерная доска - 3 шт.

Проектор - 2 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.

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.