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

Картографический 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
24 марта 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) «Б1.В.ДВ.07.02 ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ БЕСПИЛОТНЫХ АВИАЦИОННЫХ СИСТЕМ»

Уровень высшего образования: бакалавриат

Направление подготовки: 05.03.03 Картография и геоинформатика

Направленность(профиль) подготовки: Картография и геоинформатика

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная

Год набора (приема на обучение): 2025

Срок получения образования: 4 года

Объем: в зачетных единицах: 2 з.е.
в академических часах: 72 ак.ч.

Москва, 2025

Разработчики:

Преподаватель кафедры Фотограмметрии Кочнева Д. А.

Преподаватель кафедры Фотограмметрии Смирнов Е. А.

Рабочая программа дисциплины (модуля) составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 05.03.03 Картография и геоинформатика, утвержденного приказом Минобрнауки от 07.08.2020 № 900

Согласование и утверждение

№	Подразделение	Ответственное лицо	ФИО	Виза	Дата, протокол (при наличии)
1	Картографический факультет	Председатель ученого совета факультета	Загребин Г. И.	Рассмотрено	20.12.2024, № 4/24

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 базовых знаний об устройстве, правилах эксплуатации и применении беспилотных авиационных систем (БАС) при решении задач архитектурного проектирования, предпроектного анализа территории, создания крупномасштабных планов местности, трёхмерного моделирования зданий и обследования фасадов.

Задачи изучения дисциплины:

- формирование представлений о составе, классификации, технических характеристиках и областях применения БАС и беспилотных воздушных судов (БВС) в архитектурной деятельности;
- изучение нормативно-правовых требований, регламентирующих эксплуатацию БАС и выполнение аэрофотосъёмочных работ;
- освоение принципов постановки задач аэрофотосъёмки с учётом цели архитектурного проекта, особенностей объекта, требований заказчика, имеющихся ресурсов и ограничений;
- формирование навыков разработки полётных заданий для надирной съёмки территории с целью получения материалов для предпроектного анализа, создания ортофотопланов и цифровых моделей рельефа;
- формирование навыков разработки полётных заданий для внешней фотограмметрической съёмки зданий с целью создания трёхмерных моделей, анализа фасадов и документирования состояния объекта;
- освоение базовых навыков ручного и автоматизированного пилотирования БВС с соблюдением требований безопасности;
- получение практических навыков автоматизированной фотограмметрической обработки материалов аэрофотосъёмки, контроля качества полученных данных и подготовки итоговых пространственных материалов;
- формирование способности использовать ортофотопланы, цифровые модели и трёхмерные модели в качестве исходных данных при разработке архитектурных и градостроительных решений.

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

Компетенции, индикаторы и результаты обучения

УК-2 Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений

УК-2.2 Определяет связи между поставленными задачами и ожидаемые результаты их решения

Знать:

УК-2.2/Зн3 Критерии определения связей между поставленными задачами и ожидаемых результатов их решения

УК-2.2/Зн5 Знает источники информации для архитектурно-строительной деятельности (нормативная база, кадастровые данные, технические регламенты, историко-культурные исследования)

УК-2.2/Зн6 Знает, что отдельные задачи архитектурного и градостроительного проектировани должны быть взаимосвязаны для создание целостного проектного решения

Уметь:

УК-2.2/Ум4 Определять связи между поставленными задачами и результатами от их решений

УК-2.2/Ум5 Обсуждать со специалистами возможные решения, учитывающие и технологические процессы и необходимые данному проекту архитектурные решения

УК-2.2/Ум6 Выбирать инженерные системы для достижения оптимальных результатов

Владеть:

УК-2.2/Нв4 Навыками, позволяющими определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений

УК-2.2/Нв6 Навыком определения связей между поставленными задачами и ожидаемых результатов их решения

УК-2.2/Нв7 Навыками предварительного расчета для подбора необходимого оборудования

ПК-1 Способен использовать технологии аэрокосмических исследований Земли в практической деятельности

ПК-1.1 Знает и использует технологии аэрокосмических исследований Земли

Знать:

ПК-1.1/Зн2 Основные фотограмметрические технологии создания обмерных чертежей и реалистических трехмерных цифровых моделей архитектурных сооружений;

ПК-1.1/Зн3 Основные методы анализа информации

ПК-1.1/Зн4 Современные методы сбора, обработки и систематизации данных с использованием цифровых инструментов

Уметь:

ПК-1.1/Ум2 Проводить пространственный анализ территории для выявления проблем (транспортных, экологических, социальных)

ПК-1.1/Ум3 Решать стандартные задачи в области картографии и геоинформатики с использованием информационно-коммуникационных технологий

Владеть:

ПК-1.1/Нв3 Навыками использования современные информационно-компьютерные средства при проектировании

ПК-1.1/Нв4 Приемами изучения территории и особенностей картографируемых явлений

3. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина (модуль) Б1.В.ДВ.07.02 «Техника и технологии беспилотных авиационных систем» 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	доемкость сы)	доемкость ЗЕТ)	ие занятия сы)	ьная работа сы)	ая аттестация сы)

обучения	Общая тру (ча	Общая тру (ЗЕ	Практическ (ча	Самостоятел (ча	Промежуточн (ча
5 семестр	72	2	36	36	Зачет
Всего	72	2	36	36	

5. Содержание дисциплины (модуля)

5.1. Разделы, темы дисциплины и виды занятий

(часы промежуточной аттестации не указываются)

Наименование раздела, темы	Всего	Практические занятия	Самостоятельная работа	Планируемые результаты обучения, соотнесенные с результатами освоения программы
Раздел 1. Введение	**8**	**4**	**4**	УК-2.2 ПК-1.1
Тема 1.1. Введение в технологию использования БАС в геодезии, картографии и архитектурной фотограмметрии.	8	4	4	
Раздел 2. Нормативно-правовые аспекты использования БАС	**12**	**6**	**6**	УК-2.2 ПК-1.1
Тема 2.1. Нормативно-правовые документы для использования БАС в целях аэрофототопографической съёмки и трёхмерного моделирования	12	6	6	
Раздел 3. Планирование аэрофотосъёмки	**20**	**10**	**10**	ПК-1.1
Тема 3.1. Разработка полётного задания для аэрофотосъёмки с целью картографирования местности	10	5	5	
Тема 3.2. Разработка полётного задания для аэрофотосъёмки с целью трёхмерного моделирования зданий	10	5	5	
Раздел 4. Автоматизированная фотограмметрическая обработка данных с БВС	**16**	**8**	**8**	УК-2.2
Тема 4.1. Автоматизированная фотограмметрическая обработка материалов аэрофотосъёмки	16	8	8	

Раздел 5. Основы ручного и автоматизированного пилотирования БВС	**16**	**8**	**8**	ПК-1.1
Тема 5.1. Базовые навыки ручного и автоматизированного пилотирования БВС и выполнение виртуального полётного задания	16	8	8	
Итого	**72**	**36**	**36**	

5.2. Содержание разделов, тем дисциплин и формы текущего контроля

Раздел 1. Введение

Тема 1.1. Введение в технологию использования БАС в геодезии, картографии и архитектурной фотограмметрии.

Состав БАС, классификация, назначение и области применения. Устройство и основные технические характеристики БВС. Виды полезной нагрузки. Применение БАС для картографирования, архитектурной фотограмметрии, создания трёхмерных моделей и обследования объектов. Преимущества, ограничения и эксплуатационные особенности БАС при аэрофотосъёмке.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Практическая работа

Раздел 2. Нормативно-правовые аспекты использования БАС

Тема 2.1. Нормативно-правовые документы для использования БАС в целях аэрофототопографической съёмки и трёхмерного моделирования

Основные понятия и определения. Правовые аспекты использования БВС в Российской Федерации. Требования к регистрации и эксплуатации БАС, подготовке и выполнению аэрофотосъёмки. Нормативная документация, применяемая при создании материалов для картографирования и трёхмерного моделирования.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Практическая работа

Раздел 3. Планирование аэрофотосъёмки

Тема 3.1. Разработка полётного задания для аэрофотосъёмки с целью картографирования местности

Определение границ участка съёмки и характеристик территории. Выбор требуемого пространственного разрешения, высоты полёта, параметров камеры, продольного и поперечного перекрытия, направления галсов, скорости полёта и интервала фотографирования. Обоснование параметров полётного задания для получения ортофотоплана и/или цифровой модели рельефа.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Практическая работа

Тема 3.2. Разработка полётного задания для аэрофотосъёмки с целью трёхмерного моделирования зданий

Определение объекта и требуемого уровня детализации трёхмерной модели. Планирование внешней фотограмметрической съёмки: выбор траекторий облёта, расстояния до фасадов, высоты, углов наклона камеры, перекрытия кадров, набора ракурсов и съёмочных позиций. Планирование съёмки фасадов, углов, кровли и труднодоступных участков. Обоснование параметров для создания трёхмерной модели здания и/или выполнения фасадного мониторинга.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Практическая работа

Раздел 4. Автоматизированная фотограмметрическая обработка данных с БВС

Тема 4.1. Автоматизированная фотограмметрическая обработка материалов аэрофотосъёмки

Импорт и предварительная оценка фотоснимков, полученных с БВС. Автоматизированное выравнивание снимков, определение взаимного положения и ориентации камер, построение разреженного и плотного облаков точек. Формирование цифровой модели поверхности, полигональной трёхмерной модели и текстуры. Создание ортофотоплана и/или цифровой модели рельефа для картографического кейса; подготовка трёхмерной модели здания для архитектурного кейса. Контроль качества результатов обработки и экспорт итоговых материалов.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Практическая работа

Раздел 5. Основы ручного и автоматизированного пилотирования БВС

Тема 5.1. Базовые навыки ручного и автоматизированного пилотирования БВС и выполнение виртуального полётного задания

Предполётная подготовка, взлёт, посадка, удержание позиции, управление ориентацией БВС, выполнение разворотов и прохождение простой трассы. Освоение принципов автоматизированного полёта по заданному маршруту и контроль выполнения виртуального полётного задания в симуляторе.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Просмотр выполненных работ

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, 5 семестр.

7. Оценочные материалы текущего контроля

Раздел 1. Введение
Контролируемые ИДК: ПК-1.1 УК-2.2

Тема 1.1. Введение в технологию использования БАС в геодезии, картографии и архитектурной фотограмметрии.
Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа

Раздел 2. Нормативно-правовые аспекты использования БАС
Контролируемые ИДК: ПК-1.1 УК-2.2

Тема 2.1. Нормативно-правовые документы для использования БАС в целях аэрофототопографической съёмки и трёхмерного моделирования
Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа

Раздел 3. Планирование аэрофотосъёмки
Контролируемые ИДК: ПК-1.1

Тема 3.1. Разработка полётного задания для аэрофотосъёмки с целью картографирования местности
Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа

Тема 3.2. Разработка полётного задания для аэрофотосъёмки с целью трёхмерного моделирования зданий
Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа

Раздел 4. Автоматизированная фотограмметрическая обработка данных с БВС
Контролируемые ИДК: УК-2.2

Тема 4.1. Автоматизированная фотограмметрическая обработка материалов аэрофотосъёмки
Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа

Раздел 5. Основы ручного и автоматизированного пилотирования БВС
Контролируемые ИДК: ПК-1.1

Тема 5.1. Базовые навыки ручного и автоматизированного пилотирования БВС и выполнение виртуального полётного задания

Форма контроля/оценочное средство: Просмотр выполненных работ

8. Оценочные материалы промежуточной аттестации

5 семестр, Зачет
Контролируемые ИДК: УК-2.2 ПК-1.1
Вопросы/Задания:

1. Какие основные компоненты входят в состав БАС и какие функции выполняет каждый из них?

2. В каких задачах архитектурного проектирования могут использоваться материалы аэрофотосъёмки?

3. Какие организационные и правовые требования необходимо проверить до выполнения аэрофотосъёмки с использованием БАС?

4. Какие параметры БАС и условия выполнения полёта влияют на порядок его подготовки и проведения?

5. Как выбор высоты полёта и параметров камеры влияет на пространственное разрешение создаваемого ортофотоплана?

6. Для чего при маршрутной аэрофотосъёмке назначают продольное и поперечное перекрытие снимков?

7. Почему для создания трёхмерной модели здания недостаточно только надирной съёмки?

8. Как расстояние до фасада, угол наклона камеры и перекрытие кадров влияют на полноту и качество 3D-модели?

9. Какие основные этапы включает автоматизированная фотограмметрическая обработка материалов аэрофотосъёмки?

10. В чём различие между ортофотопланом, цифровой моделью рельефа и текстурированной трёхмерной моделью?

11. Какие действия входят в предполётную подготовку БВС перед выполнением полётного задания?

12. Чем ручное пилотирование отличается от автоматизированного полёта по заранее заданному маршруту?

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 вузов / А. Г. Чибуничев. - Москва: МИИГАиК, 2022. - 328 с. - 978-5-91188-080-4. - Текст: электронный // Издательство Лань: [сайт]. - URL: https://e.lanbook.com/book/263402 - Режим доступа: по подписке

Дополнительная литература

1. Воздушный кодекс Российской Федерации / Воздушный кодекс Российской Федерации - Саратов: Вузовское образование, 2024. - 80 c. - 978-5-4487-0947-0. - Текст: электронный // IPR SMART: [сайт]. - URL: https://www.iprbookshop.ru/136939.html - Режим доступа: по подписке
2. Фетисов В. С. Беспилотные авиационные системы: терминология, классификация, структура: учебное пособие для вузов / В. С. Фетисов, Л. М. Неугодникова. - 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург: Лань, 2025. - 132 с. - 978-5-507-50513-5. - Текст: электронный // Издательство Лань: [сайт]. - URL: https://e.lanbook.com/book/441680 - Режим доступа: по подписке

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"

Ресурсы «Интернет»

1. http://www.miigaik.ru - сайт Московского государственного университета геодезии и картографии (МИИГАиК)
2. https://aeronext.ru/ - Ассоциация работодателей и предприятий индустрии беспилотных авиационных систем "АЭРОНЕКСТ"
3. https://metashape.ru/docs/ - База знаний Metashape
4. http://www.isprs.org - Официальный сайт Международного общества фотограмметрии и дистанционного зондирования. Самая большая база научных статей по фотограмметрии

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. Agisoft Metashape;
2. Geoscan Planner;

Перечень информационно-справочных систем
(обновление выполняется еженедельно)

Не используется.

9.4. Оборудование и технические средства обучения

Специализированная лаборатория

Автоматизированное рабочее место (АРМ) - 32 шт.
Интерактивная доска - 1 шт.
Интерактивная панель - 1 шт.

Маркерная доска - 2 шт.
Проектор - 1 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.