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

Факультет архитектуры и градостроительства
Кафедра аэрокосмических съемок

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

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

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) «Б1.В.ДВ.03.02 АЭРОКОСМИЧЕСКАЯ СЪЕМКА»

Уровень высшего образования: бакалавриат

Направление подготовки: 07.03.01 Архитектура

Направленность(профиль) подготовки: Архитектура

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная

Год набора (приема на обучение): 2024

Срок получения образования: 5 лет

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

Москва, 2024

Разработчики:
Старший преподаватель кафедры Аэрокосмических съемок
Лубнин Д. С.

Рабочая программа дисциплины (модуля) составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 07.03.01 Архитектура, утвержденного приказом Минобрнауки от 08.06.2017 № 509

Согласование и утверждение

№	Подразделение	Ответственное лицо	ФИО	Виза	Дата, протокол (при наличии)
1	факультет Архитектуры и градостроительства	Председатель ученого совета факультета	Хачатрян К. О.	Рассмотрено	08.02.2024, № 6

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 - получения знаний студентов по теоретическим и практическим вопросам создания, эксплуатации и профессионального использования автоматизированных систем сбора и обработки результатов дистанционного зондирования

Задачи изучения дисциплины:

- дать общие и специальные знания о получении и обработке аэрокосмических снимков, возможностях их применения для создания/обновления карт и в геоинформационных системах;
- дать представление об основных направлениях развития съёмочных систем дитанционного зондирования и о перспективах применения этих систем для целей картографии и геоинформатики;
- получение навыков оценки аэро- и космических снимков, спектральному, временному, радиометрическому разрешению и применения различных методов обработки разносенсорной, разнотипной информации, получаемой в результате сверх крупномасштабной аэрофотосъёмки, для геоинформационного моделирования различных типов местности.

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

Компетенции, индикаторы и результаты обучения

ПК-7 Способен работать с пространственными данными, необходимыми для комплексного градостроительного анализа и наглядно представлять полученную информацию для исследовательской деятельности и презентаций

ПК-7.1 Применяет методы пространственного анализа с использованием профессионального ПО для выявления проблем урбанизированных территорий

Знать:

ПК-7.1/Зн2 Основные методы анализа информации

Уметь:

ПК-7.1/Ум4 Проводить пространственный анализ территории для выявления проблем (транспортных, экологических, социальных)

Владеть:

ПК-7.1/Нв3 Практическими навыками работы в ГИС для пространственного анализа урбанизированных территорий

ПК-7.2 Определяет потенциальные источники пространственных данных, необходимые для решения поставленной задачи

Знать:

ПК-7.2/Зн4 Основные источники пространственных данных (кадастровые реестры, картографические сервисы, порталы с данными дистанционного зондирования Земли)

Уметь:

ПК-7.2/Ум5 Систематизировать информацию по пространственным, временным и тематическим признакам

Владеть:

ПК-7.2/Нв4 Навыками оценки качества пространственных данных

ПК-7.3 Обосновывает выбор программы для визуализации пространственных данных

Знать:

ПК-7.3/Зн5 Классификацию ГИС-продуктов, используемых для визуализации пространственных данных

Уметь:

ПК-7.3/Ум5 Выбирать программное обеспечение для визуализации данных в зависимости от задачи исследования

Владеть:

ПК-7.3/Нв4 Приёмами работы с различными программными продуктами в области визуализации пространственных данных

3. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина (модуль) Б1.В.ДВ.03.02 «Аэрокосмическая съемка» 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)	Практические занятия (часы)	Самостоятельная работа (часы)	Промежуточная аттестация (часы)
3 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	**6**	**2**	**4**	ПК-7.2
Тема 1.1. Введение	6	2	4	
Раздел 2. Основы дистанционного зондирования	**10**	**4**	**6**	ПК-7.1 ПК-7.2
Тема 2.1. Основы и принципы дистанционного зондирования	10	4	6	

Раздел 3. Системы дистанционного зондирования	**14**	**8**	**6**	ПК-7.1 ПК-7.3
Тема 3.1. Системы дистанционного зондирования	14	8	6	
Раздел 4. Методы и программное обеспечение обработки аэрокосмических снимков	**26**	**14**	**12**	ПК-7.1 ПК-7.2 ПК-7.3
Тема 4.1. Методы и программное обеспечение обработки аэрокосмических снимков	26	14	12	
Раздел 5. Сферы применения результатов обработки аэрокосмических снимков и перспективы развития систем дистанционного зондирования	**16**	**8**	**8**	ПК-7.1 ПК-7.3
Тема 5.1. Сферы применения результатов обработки аэрокосмических снимков и перспективы развития систем дистанционного зондирования	16	8	8	
Итого	**72**	**36**	**36**	

5.2. Содержание разделов, тем дисциплин и формы текущего контроля

Раздел 1. Введение

Тема 1.1. Введение

Кс программно-технических средств, особенности их использования при изучении дисциплины и обработке и интерпретации данных ДЗ. Концепция единого мирового фонда аэрокосмических снимков.
Снимки как источник информации о природных и хозяйственных объектах земной поверхности, их состоянии, о естественной динамике и антропогенной трансформации природной среды. Поиск данных в Интернет и загрузка снимков для практических и самостоятельных работ.

Раздел 2. Основы дистанционного зондирования

Тема 2.1. Основы и принципы дистанционного зондирования

История развития методов ДЗ. Основные положения физических основ получения аэрокосмических снимков: электромагнитный спектр, солнечное излучение и его отра-жение объектами земной поверхности, диапазоны электромагнитного излучения, влияние атмосферы на регистрируемое излучение. Спектральные диапазоны, используемые в ДЗ.
Классификация методов дистанционного зондирования: пассивные и активные (полуактивные) методы. Пространственное, спектральное, радиометрическое и временное разрешение снимков.
Аэрокосмические съемки как комплекс методов и средств дистанционного зонди-рования Земли. Цели и задачи аэрокосмических съемок в исследовании природных ресурсов Земли: метеорологические, природоресурсные, картографические, разведывательные (военные), геодезические, мониторинговые.
Наземные комплексы приёма космической информации. Анализ изобразительных свойств аэрокосмических снимков и подходы к выбору типа снимков для решения конкретной задачи.
Архивные материалы аэрокосмических съёмок, национальные и международные банки геоданных (ЕТРИС и т.д.).

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Практическая работа

Раздел 3. Системы дистанционного зондирования

Тема 3.1. Системы дистанционного зондирования

Принципы построения съёмочных систем (схемы и виды съёмки и т.п.).
Космические системы дистанционного зондирования (в том числе, для съёмки объектов Солнечной системы), национальные (российские и зарубежные) и международные (интернациональные).
Аэросъёмка местности, включая съёмку с БВС. Носители аэросъёмочной аппаратуры. Планирование и выполнение аэросъёмочных работ.
Фотографические, оптоэлектронные, оптико-локационные, радиолокационные, радиометрические, тепловизионные, гиперспектральные системы дистанционного зон-дирования в целях картографирования и разработки геоинформационных систем.
Системы отображения и обработки материалов ДЗ. Форматы записи данных ДЗ. Основные этапы обработки и анализа цифровых аэрокосмических изображений.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Практическая работа

Раздел 4. Методы и программное обеспечение обработки аэрокосмических снимков

Тема 4.1. Методы и программное обеспечение обработки аэрокосмических снимков

Уровни обработки данных дистанционного зондирования. Методы предварительной обработки снимков. Специализированная и тематическая обработка аэрокосмической информации. Автоматизация процессов обработки аэрокосмических снимков. Создание цифровых моделей рельефа на основе данных дистанционного зондирования и ортофо-тоизображений местности.
Методы тематического дешифрирования аэрокосмических снимков. Подготовка пространственной информации для геоинформационных систем. Моделирование объектов и местности на основе результатов обработки данных дистанционного зондирования.
Российское и зарубежное программное обеспечение для обработки материалов аэрокосмических съёмок и создания картографической и геоинформационной продукции. Программное обеспечение с «открытым кодом» для работы с данными дистанционного зондирования.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Практическая работа

Раздел 5. Сферы применения результатов обработки аэрокосмических снимков и перспективы развития систем дистанционного зондирования

Тема 5.1. Сферы применения результатов обработки аэрокосмических снимков и перспективы развития систем дистанционного зондирования

Основные области применения материалов аэрокосмических съёмок для решения различных специализированных и тематических задач. Связь дистанционного зондирования с геоинформационными системами и картографией.
Проблемы дистанционного зондирования; принципы и подходы к выбору сним-ков для создания и обновления карт и разработки геоинформационной продукции. Инте-грация решений дистанционного зондирования, картографии и геоинформатики. Аэрокосмические снимки как пространственная основа и источник информации о динамически изменяющихся процессах и территориях в многомерном мире.
Рынок средств ДЗ и услуг (результатов) аэрокосмических съемок земной поверхности. Ведущие разработчики, операторы и дистрибьюторы аэро- и космических систем дистанционного зондирования. Основные поставщики материалов аэрокосмических съёмок. Перспективные системы выполнения аэрокосмических съёмок. Подходы к созданию национальных и международных комплексов дистанционного зондирования.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Практическая работа

6. Порядок проведения промежуточной аттестации

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

Промежуточная аттестация: Зачет, 3 семестр.
Выполнение всех работ является обязательным для всех обучающихся. Студенты, не выполнившие в полном объёме все эти работы, не допускаются кафедрой к сдаче зачёта. Итоговый контроль по курсу: для контроля усвоения данной дисциплины учебным планом предусмотрен зачёт с оценкой.
На зачете студент должен показать знание содержания предмета, терминологии, умение свободно оперировать ею. При подготовке к ответу на зачете с оценкой студенту разрешено пользоваться рабочей программой дисциплины. Если студент затрудняется с самостоятельным изложением материала, то преподаватель имеет право задать ему ряд вопросов, побуждающих и направляющих студентов к полному высказыванию по данной теме в случае, если ответы на эту тему исчерпывают тему, оценка за ответ снижается.

7. Оценочные материалы текущего контроля

Раздел 2. Основы дистанционного зондирования
Контролируемые ИДК: ПК-7.1 ПК-7.2

Тема 2.1. Основы и принципы дистанционного зондирования
Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа
Вопросы/Задания:
1. Поиск, подбор и предварительная оценка данных ДЗЗ. Первичная работа с данными в ПО тематической обработки.

Раздел 3. Системы дистанционного зондирования
Контролируемые ИДК: ПК-7.1 ПК-7.3

Тема 3.1. Системы дистанционного зондирования
Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа
Вопросы/Задания:
1. Геометрическая коррекция снимков.
2. Радиометрическая калибровка и атмосферная коррекция данных ДЗЗ из космоса

Раздел 4. Методы и программное обеспечение обработки аэрокосмических снимков
Контролируемые ИДК: ПК-7.1 ПК-7.2 ПК-7.3

Тема 4.1. Методы и программное обеспечение обработки аэрокосмических снимков
Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа

Вопросы/Задания:

1. Работа с масками: маскирование облаков, теней от облаков, снега и т.д.

2. Другие операции предварительной обработки: паншарпенинг, создание мозаичных покрытий и т.д.

3. Тематическое дешифрирование участка территории с использованием многоуровневых алгоритмов классификации без учителя (ISODATA)

4. Тематическое дешифрирование участка территории с использованием многоуровневых алгоритмов классификации с учителем

5. Разметка данных для сегментации

6. Обучение методами глубокого обучения и оценка качества

7. Методы выявления изменений

8. Операции постобработки: фильтрация растра, проверка топологии векторных данных, выявление дубликатов

Раздел 5. Сферы применения результатов обработки аэрокосмических снимков и перспективы развития систем дистанционного зондирования

Контролируемые ИДК: ПК-7.1 ПК-7.3

Тема 5.1. Сферы применения результатов обработки аэрокосмических снимков и перспективы развития систем дистанционного зондирования

Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа

Вопросы/Задания:

1. Формирование цепочки обработки для задач автоматизированного дешифрирования

8. Оценочные материалы промежуточной аттестации

3 семестр, Зачет

Контролируемые ИДК: ПК-7.1 ПК-7.2 ПК-7.3

Вопросы/Задания:

1. Определение дистанционного зондирования. Данные дистанционного зондирования Земли. Преимущества дистанционного зондирования.

2. Структура системы ДЗЗ. Наземный и орбитальный сегменты. Способы передачи данных ДЗЗ.

3. Космические системы дистанционного зондирования Земли. Параметры орбит искусственных спутников Земли.

4. Физические основы ДЗЗ. Окна прозрачности земной атмосферы.

5. Спектральные особенности объектов исследования, кривые спектральной яркости.

6. Классификация съемочных систем по технологии получения снимков. Активные и пассивные методы съемки. Преимущества и недостатки сканерных и радиолокационных систем.

7. Системы дистанционного зондирования планет и спутников Солнечной системы. Спутниковая метеорологическая система NOAA.

8. Оптико-электронные системы изучения природных ресурсов Landsat, SPOT, IRS.

9. Оптико-электронные системы изучения природных ресурсов Ресурс-ДК, Ресурс П, Канопус-В, IKONOS, QUICKBIRD, GeoEye, WorldView.

10. Основные характеристики данных ДЗ. Пространственное и радиометрическое разрешение.

11. Основные характеристики данных ДЗЗ. Спектральное и временное разрешение.

12. Основные форматы хранения данных ДЗЗ.

13. Уровни обработки данных ДЗЗ

14. Методы предварительной обработки данных ДЗ. Радиометрическая и геометрическая коррекция КС.

15. Классификация аэрокосмических съёмочных систем.

16. Что такое разрешающая способность аэрокосмических снимков.

17. Факторы, влияющие на пространственную разрешающую способность оптического изображения.

18. Перечислите основные способы сканирования, применяемые в дистанционном зондировании.

19. Перечислите основные параметры и характеристики сканирующих систем съёмки.

20. Выделите основные спектральные диапазоны получения видеоинформации методами аэрокосмической съёмки.

21. На каких принципах основана классификация методов и средств аэрокосмиче-ских съёмок Земли.

22. Расскажите о методах и способах формирования сканерных изображений.

23. Фотографические системы аэрокосмических съемок.

24. Приведите основные характеристики сканерных тепловизионных систем.

25. Классификация методов (и средств) активного зондирования ландшафтов

26. Назовите основные типы беспилотных летательных аппаратов, применяемых для съёмки местности.

27. Расскажите об основных способах повышения информативности аэрокосмических снимков.

28. Что такое пространственное разрешение?

А) Способность сенсора измерять интенсивность отраженного света.

В) Возможность сенсора определять высоту объектов над поверхностью земли.

C) Способность сенсора различать объекты на земле, определяемая размером наименьшего объекта, который можно увидеть.D) Количество различных оттенков цвета, которые может распознать сенсор.

29. Что обозначает термин "радиометрическое разрешение"?

A) Размер минимального участка земной поверхности, отображаемого одним пикселем.
B) Минимальное расстояние между двумя объектами, которые могут быть разрешены сенсором.
C) Число спектральных диапазонов, регистрируемых датчиком
D) Количество градаций интенсивности излучения, воспринимаемое сенсором.

30. Установите правильную последовательность этапов обработки данных дистанционного зондирования (ДЗ):
Этап А — Географическое позиционирование
Этап Б — Радиометрическая коррекция
Этап В — Коррекция геометрических искажений
Этап Г — Классификация изображений

Выберите верную последовательность шагов обработки данных ДЗ:

A) А → Б → В → Г
B) Б → В → А → Г
C) А → В → Б → Г
D) В → А → Б → Г

31. Определите порядок увеличения пространственного разрешения спутникового снимка:

Спутник А — космический аппарат Landsat с разрешением 30 м.
Спутник В — аппарат Sentinel-2 с разрешением 10 м.
Спутник С — аппарат SPOT с разрешением 2, 5 м.
Спутник D — аппарат WorldView с разрешением 0, 5 м.

Расположите спутники в порядке возрастания пространственного разрешения (чем ниже значение, тем лучше детализация):

A) A → B → C → D
B) D → C → B → A
C) A → B → C → D
D) B → A → C → D

9. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины

9.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература

1. Алтынов А.Е., Грузинов В.С., Мишин И.В. Статистический анализ аэрокосмических изображений: Методическое пособие. М.: Изд-во МИИГАиК, 2015, 52 с.

2. Стеценко А.Ф., Севастьянова М.Н. Методические указания для выполнения курсовой работы "Расчет трассы КА и параметров космических съемок" по курсу дисциплины "Аэрокосмические съемки". М.: изд. МИИГАиК, 2003, с. 23.

Дополнительная литература

1. Малинников В.А., Стеценко А.Ф., Алтынов А.Е., Попов С.М. Мониторинг природной среды аэрокосмическими средствами. Учебное пособие для студентов вузов. - М.: Изд. МИИГАиК. 2008 г., 145 с.

2. Гонин Г.Б. Космическая фотосъёмка для изучения природных ресурсов. / Г.Б. Гонин. - Недра:Ленинград. отд-е., 1980.. - 319 - Текст: непосредственный.

3. Составители: Севастьянова М.Н., Серебряков С.А. Методическое пособие по курсу «Техника и технология аэрокосмической съемки». Раздел «Цифровые аэрофотосъемочные системы». М.: Изд. МИИГАиК, 201. 58 с.

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

Профессиональные базы данных
Не используются.

Ресурсы «Интернет»

1. http://www.dataplus.ru /news/arcreview - Электронные версии журнала ArcReview
2. http://jr.rse.cosmos.ru - Электронная версия журнала "Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса"
3. http://www.geoprofi.ru - Журнал «Геопрофи»
4. https://geoportal.roskosmos.ru/help - Геопортал Роскосмоса: Руководство пользователя
5. https://developers.google.com/earth-engine - Google Earth Engine Documentation
6. https://docs.qgis.org/latest/ru/docs/user_manual/ - QGIS User Guide
7. https://www.earthdata.nasa.gov/learn - NASA Earthdata: Data User Resources
8. https://stacspec.org - SpatioTemporal Asset Catalog (STAC) Specification

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. QGIS;
2. Scanex;

Перечень информационно-справочных систем
(обновление выполняется еженедельно)
Не используется.

9.4. Оборудование и технические средства обучения

Учебная аудитория
Интерактивная панель - 1 шт.
Моноблок - 16 шт.

10. Методические указания по освоению дисциплины (модуля)

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

Самостоятельная работа студентов описывается и регулируется:
- Методическими рекомендациями по дисциплине;
- Методическими рекомендациями по организации самостоятельной работы студентов МИИГАиК;

Описание возможностей изучения дисциплины лицами с ОВЗ и инвалидами

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

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