



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

Геодезический факультет
Кафедра информатики и геоинформационных технологий



**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.01.27 АВТОМАТИЗАЦИЯ ДЕШИФРИРОВАНИЯ ДАННЫХ
ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ»**

Уровень высшего образования: магистратура

Направление подготовки: 21.04.03 Геодезия и дистанционное зондирование

Направленность(профиль) подготовки: Управление производственно-технологическими процессами в геодезии и дистанционном зондировании

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:

Старший преподаватель кафедры Информатики и геоинформационных технологий, к.т.н. Никольский Д. Б.

Рабочая программа дисциплины (модуля) составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 21.04.03 Геодезия и дистанционное зондирование, утвержденного приказом Минобрнауки от 11.08.2020 № 938

Согласование и утверждение

№	Подразделение	Ответственное лицо	ФИО	Виза	Дата, протокол (при наличии)
1	Геодезический факультет	Председатель ученого совета факультета	Половнев О. В.	Рассмотрено	18.03.2025, № 2

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 - формирование у магистрантов профессиональных компетенций в области разработки и применения автоматизированных методов и технологий для дешифрирования данных дистанционного зондирования с целью решения задач топографического и тематического картографирования, мониторинга территорий и инженерных изысканий.

Задачи изучения дисциплины:

- Изучить теоретические основы цифрового анализа изображений и распознавания образов применительно к данным ДЗЗ;
- Освоить современные алгоритмы предварительной обработки снимков (атмосферная коррекция, геопривязка, улучшение качества);
- Получить навыки использования программного обеспечения (например, ENVI, ERDAS Imagine, QGIS с модулями GRASS/SAGA, Python-библиотеки Rasterio, GDAL) для автоматизации процессов классификации;
- Научиться разрабатывать собственные скрипты и модели для тематического дешифрирования (машинное обучение, нейронные сети);
- Сформировать умение оценивать точность результатов автоматизированного дешифрирования.

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

Компетенции, индикаторы и результаты обучения

ПК-1 Способен управлять производственно-технологическими процессами топографо-геодезических работ

ПК-1.1 Разработка проектов производства топографо-геодезических работ

Знать:

ПК-1.1/Зн1 Особенности организации геодезического производства, критерии качества производства геодезических работ; комплекс современных проблем геодезических техники, науки и производства; достоинства и ограничения измерительных и информационных технологий, используемых для обеспечения отраслей народного хозяйства геодезической информацией

Уметь:

ПК-1.1/Ум1 Определять основные направления развития инновационных технологий в геодезии

Владеть:

ПК-1.1/Нв1 Навыками оценки эффективности технологических процессов геодезического производства и навыками применения результатов профессиональной деятельности при производстве работ обеспечения отраслей народного хозяйства геодезической информацией

3. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина (модуль) Б1.В.ДВ.01.27 «Автоматизация дешифрирования данных дистанционного зондирования» 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	13	26	69	Зачет с оценкой
Всего	108	3	13	26	69	

5. Содержание дисциплины (модуля)

5.1. Разделы, темы дисциплины и виды занятий

(часы промежуточной аттестации не указываются)

Наименование раздела, темы	Всего	Лекционные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	Планируемые результаты обучения, соотношенные с результатами освоения программы
Раздел 1. Организация потоков данных ДЗЗ в производственных системах	18	2	4	12	ПК-1.1
Тема 1.1. Архитектура современных геоинформационных платформ.Серверные решения (GeoServer, ArcGIS Server).	9	1	2	6	
Тема 1.2. Автоматизированный сбор данных.Планирование космической съёмки через API операторов (например, Роскосмос, Planet Labs).	9	1	2	6	
Раздел 2. Технологии предварительной автоматической обработки	23	2	6	15	ПК-1.1
Тема 2.1. Пакетная обработка радиометрических и геометрических искажений.Создание скриптов для атмосферной коррекции больших массивов данных (LEDAPS, Sen2Cor).	10	1	2	7	

Тема 2.2. Инструменты ETL (Extract, Transform, Load) для пространственных данных.Конвейеры обработки на базе GDAL/OGR в командной строке.	13	1	4	8	
Раздел 3. Автоматизация аналитической обработки и дешифрирования	22	2	6	14	ПК-1.1
Тема 3.1. Скрипты тематического картографирования.Расчёт вегетационных индексов и биофизических параметров в пакетном режиме.	10	1	2	7	
Тема 3.2. Мониторинг изменений (Change Detection).Алгоритмы автоматического сравнения разновременных снимков.	12	1	4	7	
Раздел 4. Управление метаданными и качеством данных	22	4	4	14	ПК-1.1
Тема 4.1. Стандарты метаданных в РФ и мире.	11	2	2	7	
Тема 4.2. Контроль качества в автоматическом режиме	11	2	2	7	
Раздел 5. Интеграция в производственные процессы предприятия	23	3	6	14	ПК-1.1
Тема 5.1. Сервис-ориентированная архитектура (SOA).	11	2	2	7	
Тема 5.2. Проектирование производственной линии.	12	1	4	7	
Итого	108	13	26	69	

5.2. Содержание разделов, тем дисциплин и формы текущего контроля

Раздел 1. Организация потоков данных ДЗЗ в производственных системах

Тема 1.1. Архитектура современных геоинформационных платформ.Серверные решения (GeoServer, ArcGIS Server).

Облачные хранилища данных: принципы организации каталогов спутниковых снимков.

Тема 1.2. Автоматизированный сбор данных.Планирование космической съёмки через API операторов (например, Роскосмос, Planet Labs).

Программное управление беспилотными летательными аппаратами (БПЛА) для аэрофотосъёмки.

Использование веб-сервисов (WMS/WMTS/WCS) для потокового получения данных.

Текущий контроль
Вид (форма) контроля
Практическая работа

Раздел 2. Технологии предварительной автоматической обработки

Тема 2.1. Пакетная обработка радиометрических и геометрических искажений. Создание скриптов для атмосферной коррекции больших массивов данных (LEDAPS, Sen2Cor).

Автоматическая ортотрансформация космических снимков.

Тема 2.2. Инструменты ETL (Extract, Transform, Load) для пространственных данных. Конвейеры обработки на базе GDAL/OGR в командной строке.

Использование облачных функций для обработки данных при загрузке (AWS Lambda, Google Cloud Functions).

Текущий контроль
Вид (форма) контроля
Практическая работа

Раздел 3. Автоматизация аналитической обработки и дешифрирования

Тема 3.1. Скрипты тематического картографирования. Расчёт вегетационных индексов и биофизических параметров в пакетном режиме.

Применение готовых моделей машинного обучения для классификации землепользования (Google Earth Engine Apps).

Тема 3.2. Мониторинг изменений (Change Detection). Алгоритмы автоматического сравнения разновременных снимков.

Генерация векторных слоёв изменений без участия оператора.

Текущий контроль
Вид (форма) контроля
Практическая работа

Раздел 4. Управление метаданными и качеством данных

Тема 4.1. Стандарты метаданных в РФ и мире.

Автоматическое заполнение паспортов наборов данных по стандарту ISO 19115/FGDC.

Тема 4.2. Контроль качества в автоматическом режиме

Валидация геометрии и атрибутики.

Системы контроля версий растровых данных.

Текущий контроль
Вид (форма) контроля
Практическая работа

Раздел 5. Интеграция в производственные процессы предприятия

Тема 5.1. Сервис-ориентированная архитектура (SOA).

Публикация обработанных данных как REST-сервисов.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Кейс-задача

Тема 5.2. Проектирование производственной линии.

Моделирование бизнес-процесса от заказа съёмки до выдачи готового продукта заказчику.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Расчетно-графическая 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 с оценкой, 3 семестр.

7. Оценочные материалы текущего контроля

Раздел 1. Организация потоков данных ДЗЗ в производственных системах

Контролируемые ИДК: ПК-1.1

Тема 1.2. Автоматизированный сбор данных. Планирование космической съёмки через API операторов (например, Роскосмос, Planet Labs).

Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа

Вопросы/Задания:

1. Знакомство с рабочей средой

Установка и настройка Python-окружения (Anaconda/Miniconda).

Работа с терминалом Linux/WSL для навигации по файловой системе снимков.

Первые команды GDAL/OGR: получение информации о растре (gdalinfo).

Раздел 2. Технологии предварительной автоматической обработки

Тема 2.2. Инструменты ETL (Extract, Transform, Load) для пространственных данных. Конвейеры обработки на базе GDAL/OGR в командной строке.

Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа

Вопросы/Задания:

1. Создание скрипта пакетной обработки

Написание Bash/Python скрипта для массовой конвертации формата .SAFE (Sentinel) в сжатый GeoTIFF.

Автоматическое создание пирамид (overviews) и расчёт статистики растра.

Скрипт обрезки коллекции снимков по заданному контуру (shapefile).

Раздел 3. Автоматизация аналитической обработки и дешифрирования

Контролируемые ИДК: ПК-1.1

Тема 3.2. Мониторинг изменений (Change Detection). Алгоритмы автоматического сравнения разновременных снимков.

Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа

Вопросы/Задания:

1. Классификация землепользования на Python

Подготовка обучающей выборки из векторных данных.

Обучение модели Random Forest или SVM с использованием библиотеки Scikit-learn.

Применение модели к спутниковому снимку и сохранение результата в виде карты.

Раздел 4. Управление метаданными и качеством данных

Контролируемые ИДК: ПК-1.1

Тема 4.2. Контроль качества в автоматическом режиме

Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа

Вопросы/Задания:

1. Детекция вырубок леса / строительства

Загрузка временной серии снимков Landsat/Sentinel через API.

Расчёт индекса NBR (Normalized Burn Ratio) для каждого снимка.

Автоматическая генерация полигонального слоя «Изменение за период».

Раздел 5. Интеграция в производственные процессы предприятия

Контролируемые ИДК: ПК-1.1

Тема 5.1. Сервис-ориентированная архитектура (SOA).

Форма контроля/оценочное средство: Кейс-задача

Вопросы/Задания:

1. Финальный проект — мини-конвейер

Задача: создать скрипт, который при помещении нового необработанного снимка в «папку-входящие» автоматически: Выполняет атмосферную коррекцию.

Рассчитывает вегетационные индексы.

Проводит классификацию.

Упаковывает результат в архив вместе с файлом метаданных.

Тема 5.2. Проектирование производственной линии.

Форма контроля/оценочное средство: Расчетно-графическая работа

Вопросы/Задания:

1. Генерация XML-паспортов

Написание Python-скрипта, который проходит по папке с результатами проекта и генерирует файлы метаданных .xml.

Заполнение полей: дата съёмки, источник, масштаб, система координат, точность.

8. Оценочные материалы промежуточной аттестации

3 семестр, Зачет с оценкой

Контролируемые ИДК: ПК-1.1

Вопросы/Задания:

1. Производственный конвейер (Data Pipeline) в ДЗЗ. Основные этапы обработки от уровня L0 (сырые данные) до уровня анализа.
2. Стандарты метаданных ISO 19115. Ключевые элементы паспорта набора пространственных данных и их роль в автоматизации поиска информации.
3. Архитектура корпоративных ГИС-серверов. Функциональные различия между тайловыми серверами (WMTS/TMS) и сервисами изображений-мозаик (WMS/WCS).
4. Методы автоматической оценки качества ортофотопланов. Контроль точности геопривязки по опорным точкам без участия оператора.
5. Радиометрическая коррекция в автоматическом режиме. Суть алгоритмов атмосферной коррекции (Sen2Cor) и перевод цифровых чисел (DN) в коэффициенты отражения.
6. Пиксельно-ориентированная классификация. Сравнительный анализ метода максимального правдоподобия и классификатора Support Vector Machine (SVM).
7. Алгоритмы обнаружения изменений (Change Detection). Преимущества и недостатки алгебры изображений (разностные методы) по сравнению с пост-классификационным сравнением.
8. Вегетационные индексы как инструмент автоматизации. Физический смысл индекса NDVI и методика его пакетного расчёта для временных серий снимков.
9. Текстуальный анализ изображений. Использование матриц смежности уровней серого (GLCM) для автоматического разделения объектов со схожим спектральным откликом (например, бетон vs. сухие почвы).
10. Библиотека GDAL/OGR. Примеры использования утилит командной строки для массовой перепроекции и конвертации форматов растровых данных.
11. Автоматизация работы с БПЛА. Интеграция полетных заданий и автоматической загрузки сырых фотографий в корпоративную систему после посадки дрона.
12. Скриптинг в QGIS. Использование графической модели (Modeler) против написания кода на Python (PyQGIS) для решения производственных задач.

13. ETL-процессы (Extract, Transform, Load) в геопространственных базах данных. Загрузка результатов тематического картографирования в PostGIS.

14. Написать фрагмент кода на Python, который принимает на вход папку с мультиспектральными снимками Sentinel-2, автоматически рассчитывает NDVI для каждого и сохраняет результат в подпапку output с добавлением суффикса _ndvi.

15. Продемонстрировать настройку цепочки инструментов в QGIS Model Builder для автоматической очистки векторного слоя (исправление топологии) и построения буферных зон.

9. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины

9.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература

1. Брежнев Р. В. Методы и средства проектирования информационных систем и технологий: учеб. пособие / Р. В. Брежнев. - Красноярск: СФУ, 2021. - 216 с. - 978-5-7638-4416-0. - Текст: электронный // Издательство Лань: [сайт]. - URL: <https://e.lanbook.com/book/181656> - Режим доступа: по подписке

2. Зарайский Б. В. Дистанционное зондирование и фотограмметрия (топографическое дешифрирование): учебное пособие / Б. В. Зарайский, О. Н. Пушак, С. И. Шерстнёва. - Омск: Омский ГАУ, 2018. - 108 с. - 978-5-89764-673-9. - Текст: электронный // Издательство Лань: [сайт]. - URL: <https://e.lanbook.com/book/105591> - Режим доступа: по подписке

Дополнительная литература

1. Шестаков А. В. Геоинформационные системы в управлении и мониторинге техногенных объектов: учебно-методическое пособие по выполнению лабораторных работ / А. В. Шестаков, К. А. Фролова, Я. А. Плетнев. - Санкт-Петербург: СПбГУТ им. М.А. Бонч-Бруевича, 2022. - 47 с. - Текст: электронный // Издательство Лань: [сайт]. - URL: <https://e.lanbook.com/book/279281> - Режим доступа: по подписке

2. Степанов Ю. А. Геоинформационные системы и основы электронного картографирования / Ю. А. Степанов, Л. Н. Бурмин. - Кемерово: КемГУ, 2023. - 224 с. - 978-5-8353-3065-2. - Текст: электронный // Издательство Лань: [сайт]. - URL: <https://e.lanbook.com/book/384989> - Режим доступа: по подписке

3. Кашура В. Н. Геоинформационные системы в геодезии: пособие для студентов специальности 1-56 02 01 «геодезия» / В. Н. Кашура. - Минск: БНТУ, 2017. - 51 с. - 978-985-550-879-4. - Текст: электронный // Издательство Лань: [сайт]. - URL: <https://e.lanbook.com/book/247901> - Режим доступа: по подписке

4. Дубровский А. В. Геоинформационные системы: автоматизированное картографирование / А. В. Дубровский. - Новосибирск: СГУГиТ, 2021. - 121 с. - 978-5-907320-82-6. - Текст: электронный // Издательство Лань: [сайт]. - URL: <https://e.lanbook.com/book/222332> - 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. <https://rosreestr.gov.ru/> - Федеральная служба государственной регистрации, кадастра и картографии: официальный сайт
2. <https://kadastr.ru/> - ППК «Роскадастр»: официальный сайт
3. <https://lms.miiigaik.ru> - Система дистанционного обучения МИИГАиК

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)

Не используется.

Перечень информационно-справочных систем

(обновление выполняется еженедельно)

Не используется.

9.4. Оборудование и технические средства обучения

Компьютерный класс

Автоматизированное рабочее место (АРМ) - 16 шт.

Интерактивная панель - 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.