



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

Геодезический факультет
Кафедра космического мониторинга и экологии



**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

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

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор
А. Л. Степанченко
15 мая 2026 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
«Б1.В.ДВ.01.30 ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ПО ДАННЫМ
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): 2026

Срок получения образования: 2 года

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

Москва, 2026

Разработчики:

Доцент кафедры Космического мониторинга и экологии, кандидат педагогических наук Кошкин Е. Н.

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	28.01.2026, № 14

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 - является формирование у обучающихся системы профессиональных знаний и практических навыков применения методов и технологий дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) для решения задач экологического мониторинга территорий и объектов производственной инфраструктуры.

Задачи изучения дисциплины:

- Изучить физические основы получения данных ДЗЗ и их спектральные характеристики применительно к объектам окружающей среды.;
- Освоить методы предварительной обработки космических снимков (радиометрическая, атмосферная и геометрическая коррекция).;
- Сформировать навыки дешифрирования экологических состояний природной среды на основе мультиспектральных и гиперспектральных данных.;
- Овладеть технологиями автоматизированного тематического картографирования с использованием алгоритмов классификации без учителя и с учителем, а также нейросетевых подходов.;
- Научиться оценивать динамику антропогенного воздействия на экосистемы методами пространственно-временного анализа рядов спутниковых данных.;
- Интегрировать данные ДЗЗ с результатами наземных геодезических измерений и данными геоинформационных систем (ГИС) для построения комплексных моделей управления рисками..

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

ПК-1.1/Зн4 Структуру и свойства пространственных данных и метаданных

Уметь:

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

ПК-1.1/Ум4 Выполнять оценку, анализ качества и обработку материалов дистанционного зондирования

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

ПК-1.1/Нв4 Навыками создания баз данных цифровой тематической информации

3. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина (модуль) Б1.В.ДВ.01.30 «Экологический мониторинг по данным дистанционного зондирования» относится к формируемой участниками образовательных отношений части образовательной программы и изучается в семестре(ах): 4.

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)
4 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 с обучения, соответствующие результатам освоения программы
Раздел 1. Теоретико-методологические основы экологического мониторинга	18	2	4	12	ПК-1.1
Тема 1.1. Предмет, цели и структура экологического мониторинга.	9	1	2	6	
Тема 1.2. Физические основы ДЗЗ.	9	1	2	6	
Раздел 2. Аппаратные средства и источники данных	23	2	6	15	ПК-1.1
Тема 2.1. Космические платформы и сенсоры.	12	1	2	9	
Тема 2.2. Доступность данных и архивы.	11	1	4	6	

Раздел 3. Технологии предварительной обработки данных	30	4	8	18	ПК-1.1
Тема 3.1. Радиометрическая и атмосферная коррекция.	12	2	4	6	
Тема 3.2. Геометрическая коррекция и географическая привязка.	18	2	4	12	
Раздел 4. Методы тематической интерпретации и анализа	37	5	8	24	ПК-1.1
Тема 4.1. Индикация состояния растительного покрова.	10	2	2	6	
Тема 4.2. Мониторинг гидрологических объектов и водной среды.	9	1	2	6	
Тема 4.3. Контролируемая и неконтролируемая классификация.	9	1	2	6	
Тема 4.4. Гиперспектральный мониторинг.	9	1	2	6	
Итого	108	13	26	69	

5.2. Содержание разделов, тем дисциплин и формы текущего контроля

Раздел 1. Теоретико-методологические основы экологического мониторинга

Тема 1.1. Предмет, цели и структура экологического мониторинга.

Классификация видов мониторинга (фоновое импактное наблюдение). Нормативно-правовая база РФ в сфере экологического контроля. Роль дистанционного зондирования в системе государственного экологического надзора.

Тема 1.2. Физические основы ДЗЗ.

Электромагнитный спектр. Солнечное и собственное излучение. Влияние атмосферы (рассеяние Ми и Рэлея, поглощение газами). Спектральная отражательная способность природных и антропогенных объектов.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Практическая работа

Раздел 2. Аппаратные средства и источники данных

Тема 2.1. Космические платформы и сенсоры.

Характеристики орбит (солнечно-синхронная, геостационарная). Пространственное, радиометрическое, спектральное и временное разрешение. Отечественные аппараты серии «Ресурс-П», «Канопус-В», «Метеор-М». Зарубежные аналоги (Landsat, Sentinel, WorldView, Pleiades).

Тема 2.2. Доступность данных и архивы.

Открытые каталоги USGS EarthExplorer, Copernicus Open Access Hub. Коммерческие сервисы. Использование радарных данных (SAR) для всепогодного мониторинга разливов нефти и подтоплений (Sentinel-1).

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Практическая работа

Раздел 3. Технологии предварительной обработки данных

Тема 3.1. Радиометрическая и атмосферная коррекция.

Перевод цифровых чисел (DN) в значения спектральной яркости и альбедо. Модели коррекции (быстрая линия темного вычитания, FLAASH, DOS). Удаление дымки.

Тема 3.2. Геометрическая коррекция и географическая привязка.

Трансформирование в картографические проекции. Использование опорных точек и цифровой модели рельефа (ЦМР) SRTM/AW3D30 для устранения искажений рельефа. Создание бесшовных мозаик.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Практическая работа

Раздел 4. Методы тематической интерпретации и анализа

Тема 4.1. Индикация состояния растительного покрова.

Расчет нормализованного разностного вегетационного индекса (NDVI), оптимизированного индекса EVI. Выявление угнетенной растительности вблизи промышленных зон, хвостохранилищ и линейных объектов (трубопроводов).

Тема 4.2. Мониторинг гидрологических объектов и водной среды.

Определение температуры поверхностного слоя воды (тепловые каналы Landsat/Sentinel). Оценка трофности водоемов по индексу мутности (MNDWI, классификация взвешенных частиц). Выявление нефтяных пленок на акваториях портов.

Тема 4.3. Контролируемая и неконтролируемая классификация.

Алгоритмы максимального правдоподобия, Random Forest, Support Vector Machine. Сегментация изображений (OBIA — объектно-ориентированный анализ). Автоматическое выделение карьеров, отвалов, несанкционированных свалок и вырубок леса.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Расчетно-графическая работа

Тема 4.4. Гиперспектральный мониторинг.

Выявление специфических химических загрязнений почв и снежного покрова по уникальным спектральным признакам (линии поглощения тяжелых металлов, нефтепродуктов).

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 с оценкой, 4 семестр.

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета с оценкой. Дифференцированный зачет включает два этапа:

Решение практической задачи (обработка предоставленного фрагмента космического снимка: расчет индекса, проведение классификации, оценка площади объекта).

Устный ответ на теоретические вопросы билета.

7. Оценочные материалы текущего контроля

Раздел 1. Теоретико-методологические основы экологического мониторинга

Контролируемые ИДК: ПК-1.1

Тема 1.2. Физические основы ДЗЗ.

Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа

Вопросы/Задания:

1. Мониторинг состояния земель и почв

Раздел 2. Аппаратные средства и источники данных

Контролируемые ИДК: ПК-1.1

Тема 2.2. Доступность данных и архивы.

Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа

Вопросы/Задания:

1. Мониторинг водных ресурсов

Раздел 3. Технологии предварительной обработки данных

Контролируемые ИДК: ПК-1.1

Тема 3.2. Геометрическая коррекция и географическая привязка.

Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа

Вопросы/Задания:

1. Картографирование и анализ данных

Раздел 4. Методы тематической интерпретации и анализа

Контролируемые ИДК: ПК-1.1

Тема 4.3. Контролируемая и неконтролируемая классификация.

Форма контроля/оценочное средство: Расчетно-графическая работа

Вопросы/Задания:

1. Порядок разработки паспорта фоновой экологической обстановки территории размещения нового производственного объекта средствами ДЗЗ.

Тема 4.4. Гиперспектральный мониторинг.

Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа

Вопросы/Задания:

1. Лесной и растительный мониторинг

8. Оценочные материалы промежуточной аттестации

4 семестр, Зачет с оценкой

Контролируемые ИДК: ПК-1.1

Вопросы/Задания:

1. Информационные уровни обработки данных ДЗЗ (от уровня 0 до уровня 4). Особенности каждого уровня при решении экологических задач.

2. Спектральные библиотеки. Их роль в идентификации типов подстилающих поверхностей и загрязняющих веществ.

3. Методика расчета и физический смысл вегетационного индекса NDVI. Его ограничения при мониторинге высокогорных и городских территорий.

4. Тепловые инфракрасные диапазоны. Применение для обнаружения подземных очагов самовозгорания пород на угольных разрезах и мониторинга утечек тепла из зданий.

5. Радарная поляриметрия (PolSAR). Возможности мониторинга влажности почв и наводнений в условиях сплошной облачности.

6. Объектно-ориентированный анализ изображений (OBIA). Преимущества перед пиксельными алгоритмами при выделении малых площадных аномалий (например, локальных разливов химикатов).

7. Оценка точности тематической карты. Матрица ошибок (confusion matrix), общая точность (ОА), коэффициент Каппа Коэна.

8. Специфика мониторинга шламонакопителей и хвостохранилищ горно-обогатительных комбинатов по данным ДЗЗ (визуальные признаки фильтрации, пыление).

9. Использование данных группировки PlanetScope (SuperDove) для оперативного (ежедневного) контроля рекультивации нарушенных земель.

10. Технология создания композитных безоблачных изображений для сезонного анализа динамики ландшафтов.

11. Правовые аспекты использования материалов космической съемки в качестве доказательной базы при проведении государственной экологической экспертизы в РФ.

12. Автоматизация рабочего процесса (скриптинг): пример скрипта на Python для массового расчета индексов по тайловой схеме покрытия территории.

9. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины

9.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература

1. Климов О.Д. Практикум по прикладной геодезии. Изыскания, проектирование и возведение инженерных сооружений: Учеб. пособие для вузов. / О.Д. Климов, В.В. Калугин, В.К. Писаренко. - Стереотипное издание. Перепечатка с издания 1991 г. - Альянс, 2015. - 271 - 978-5-903034-39-0. - Текст: непосредственный.

Дополнительная литература

1. Зайцев А.К. Трилатерация. / А.К. Зайцев. - Издание второе. - М.: , 2018. - 224 - 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"

Ресурсы «Интернет»

Не используются.

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

Для практических занятий

Интерактивная доска - 1 шт.

Интерактивная панель - 2 шт.
Меловая доска - 2 шт.
Электронный тахеометр Trimble - 9 шт.
Рейка - 3 шт.
Тахеометр Pentax - 5 шт.
Тахеометр Soulh - 3 шт.
Штатив - 8 шт.
Электронный тахеометр - 5 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.