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

Картографический 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
26 мая 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) «Б1.О.37 МОНИТОРИНГ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ»

Уровень высшего образования: бакалавриат

Направление подготовки: 05.03.06 Экология и природопользование

Направленность(профиль) подготовки: Экология и природопользование

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная

Год набора (приема на обучение): 2023

Срок получения образования: 4 года

Объем: в зачетных единицах: 4 з.е.
в академических часах: 144 ак.ч.

Москва, 2023

Разработчики:
Заведующий кафедрой Космического мониторинга и экологии,
д.н., профессор Малинников В. А.

Рабочая программа дисциплины (модуля) составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 05.03.06 Экология и природопользование, утвержденного приказом Минобрнауки от 07.08.2020 № 894

Согласование и утверждение

№	Подразделение	Ответственное лицо	ФИО	Виза	Дата, протокол (при наличии)
1	Картографический факультет	Председатель ученого совета факультета	Загребин Г. И.	Рассмотрено	22.12.2022, № 6/22

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 - заключается в получении обучающимися теоретических знаний о современных технологиях мониторинга окружающей среды, оценке эффективности выбора той или иной технологии с последующим применением в профессиональной сфере, а также практических навыков (формирование) и готовности к самостоятельной разработке и их применении для решения задач в профессиональной сфере.

Задачи изучения дисциплины:

- формирование понятий о современных технологиях мониторинга окружающей среды;
- освоение навыков проведения мониторинга окружающей среды;
- получение компетенций по разработке методик, технологий и проектов мониторинга окружающей среды;
- формирование умений применять полученные знания в практической деятельности, решать практические задачи.

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

Компетенции, индикаторы и результаты обучения

ОПК-2 Способен использовать теоретические основы экологии, геоэкологии, природопользования, охраны природы и наук об окружающей среде в профессиональной деятельности

ОПК-2.1 Анализирует природные и природно-антропогенные системы, их структуру, функционирование и взаимосвязи между компонентами с использованием основных экологических понятий и законов.

Знать:

ОПК-2.1/Зн6 Основные экологические понятия, законы и принципы

Уметь:

ОПК-2.1/Ум5 Выявлять структуру и компоненты природных и природно-антропогенных систем

Владеть:

ОПК-2.1/Нв5 Методами системного анализа и моделирования экологических процессов

ОПК-2.2 Оценивает современные проблемы природопользования с позиций концепции устойчивого развития.

Знать:

ОПК-2.2/Зн4 Критерии и индикаторы устойчивого природопользования

Уметь:

ОПК-2.2/Ум5 Анализировать современные проблемы природопользования с учётом экологических ограничений и социальных потребностей

Владеть:

ОПК-2.2/Нв5 Методами комплексной оценки устойчивости природопользования

ОПК-2.3 Применяет теоретические знания экологии, геоэкологии, природопользования, охраны природы и наук об окружающей среде для разработки мероприятий по охране природы и восстановлению нарушенных экосистем.

Знать:

ОПК-2.3/Зн3 Теоретические основы экологии, геоэкологии, природопользования и охраны окружающей среды

Уметь:

ОПК-2.3/Ум3 Анализировать конкретные экологические проблемы и нарушения с использованием комплексного междисциплинарного подхода

Владеть:

ОПК-2.3/Нв3 Навыками подбора и обоснования технологий охраны и восстановительных работ для различных типов нарушений

ОПК-3 Способен применять базовые методы экологических исследований для решения задач профессиональной деятельности

ОПК-3.5 Обрабатывает и интерпретирует данные экологических исследований с использованием статистических методов.

Знать:

ОПК-3.5/Зн1 Специфику экологических данных (пространственно-временная структура, неоднородность, корреляции)

Уметь:

ОПК-3.5/Ум1 Применять статистические методы для выявления закономерностей в экологических данных

Владеть:

ОПК-3.5/Нв1 Методами графического представления статистических данных (графики, диаграммы, карты)

ПК-3 Способен установливать причины и последствия аварийных выбросов и сбросов загрязняющих веществ в окружающую среду, осуществлять подготовку пре...

ПК-3.1 Проводит анализ обстоятельств аварии, определяет источник и объем поступления загрязняющих веществ.

Знать:

ПК-3.1/Зн2 Классификацию аварий и их экологические последствия

Уметь:

ПК-3.1/Ум2 Анализировать причины и обстоятельства аварий на техногенных объектах

Владеть:

ПК-3.1/Нв2 Алгоритмами расчёта ущерба окружающей среде

ПК-3.2 Оценивает возможный ущерб компонентам окружающей среды и здоровью населения.

Знать:

ПК-3.2/Зн3 Компоненты окружающей среды, подверженные риску (воздух, вода, почва, биоценозы)

Уметь:

ПК-3.2/Ум3 Анализировать риски для здоровья населения от техногенных воздействий

Владеть:

ПК-3.2/Нв3 Навыками прогнозирования распространения загрязняющих веществ

3. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина (модуль) Б1.О.37 «Мониторинг окружающей среды» относится к обязательной части образовательной программы и изучается в семестре(ах): 7.

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)
7 семестр	144	4	34	34	76	Зачет Курсовая работа
Всего	144	4	34	34	76	

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, соотнесенные с результатами освоения программы
Раздел 1. Теоретические основы дистанционного зондирования Земли	**30**	**8**	**6**	**16**	ОПК-2.1 ПК-3.2
Тема 1.1. Введение в дистанционное зондирование	15	4	3	8	
Тема 1.2. Системы дистанционного зондирования	15	4	3	8	
Раздел 2. Визуальное дешифрирование	**42**	**9**	**9**	**24**	ОПК-2.2 ПК-3.1
Тема 2.1. Теоретические основы дешифрования изображений	14	3	3	8	
Тема 2.2. Дешифрирование объектов	14	3	3	8	
Тема 2.3. Дешифрирование основных типов объектов	14	3	3	8	
Раздел 3. Автоматизированное дешифрирование ДДЗ	**72**	**17**	**19**	**36**	ОПК-2.3 ОПК-3.5
Тема 3.1. Распознавание образов	14	3	3	8	

Тема 3.2. Подготовка материалов	15	3	4	8	
Тема 3.3. Распознавание без обучения	15	3	4	8	
Тема 3.4. Распознавание с обучением	14	4	4	6	
Тема 3.5. Теоретические основы мониторинга	14	4	4	6	
Итого	**144**	**34**	**34**	**76**	

5.2. Содержание разделов, тем дисциплин и формы текущего контроля

Раздел 1. Теоретические основы дистанционного зондирования Земли

Тема 1.1. Введение в дистанционное зондирование

Определение и начальные сведения о дистанционном зондировании. Примеры использования. Физические основы дистанционного зондирования.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Тестирование

Тема 1.2. Системы дистанционного зондирования

Обзор систем дистанционного зондирования (фотографические, электрооптические, пассивные микроволновые, системы измерения дальности, рефлекторы.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Тестирование

Раздел 2. Визуальное дешифрирование

Тема 2.1. Теоретические основы дешифрования изображений

Способы и методы дешифрования. Логическая структура дешифрирования. Историческа ясправка о развитии дешифрирования.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Тестирование

Тема 2.2. Дешифрирование объектов

Дешифрованные признаки. Физиологические, географические, аэрофотографический основы дешифрования.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Тестирование

Тема 2.3. Дешифрирование основных типов объектов

Особенности дешифрирования населенных пунктов, дорог, гидрографии, рельефа, растительности, сельскохозяйственных угодий, грунтов.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Тестирование

Раздел 3. Автоматизированное дешифрирование ДДЗ

Тема 3.1. Распознавание образов

Основные понятия и методы распознавания изображений.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Тестирование

Тема 3.2. Подготовка материалов

Первичная обработка, трансформация, синтез и индексные изображения

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Тестирование

Тема 3.3. Распознавание без обучения

Алгоритмы ISODATA, K-means.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Тестирование

Тема 3.4. Распознавание с обучением

Алгоритмы максимально правдоподобия, махланобиса, гиперпарралепипеда. Критерии выбора эталонов.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Тестирование

Тема 3.5. Теоретические основы мониторинга

Основные характеристики системы мониторингавыбор периодичности получения данных.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Тестирование

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: Курсовая работа, 7 семестр.
К защите курсовой работы допускаются студенты, полностью выполнившие все обязательные работы в рамках текущего контроля по дисциплине. Защита курсовой работы проводится по билетам. На подготовку к ответу отводится 20-40 минут. Сначала студент пишет ответ на вопросы/решает тестирование билета, затем устно отвечает на наводящие вопросы, связанные с вопросами билета.

Промежуточная аттестация: Зачет, 7 семестр.
К промежуточной аттестации допускаются студенты, полностью выполнившие все обязательные работы в рамках текущего контроля по дисциплине. Промежуточная аттестация проводится по билетам. На подготовку к ответу отводится 20-40 минут. Сначала студент пишет ответ на вопросы/решает тестирование билета, затем устно отвечает на наводящие вопросы, связанные с вопросами билета.

7. Оценочные материалы текущего контроля

Раздел 1. Теоретические основы дистанционного зондирования Земли
Контролируемые ИДК: ОПК-2.1 ПК-3.2

Тема 1.1. Введение в дистанционное зондирование
Форма контроля/оценочное средство: Тестирование
Вопросы/Задания:
1. Что является главным отличием дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) от традиционных методов наблюдения в экологии и географии?

Тема 1.2. Системы дистанционного зондирования
Форма контроля/оценочное средство: Тестирование
Вопросы/Задания:
1. На какие два основных типа делятся системы ДЗЗ по месту расположения платформы и в чём их ключевые эксплуатационные различия?

Раздел 2. Визуальное дешифрирование
Контролируемые ИДК: ОПК-2.2 ПК-3.1

Тема 2.1. Теоретические основы дешифрования изображений
Форма контроля/оценочное средство: Тестирование
Вопросы/Задания:

1. Что такое дешифровочные признаки и какие три основные группы признаков используются для идентификации объектов на снимках?

Тема 2.2. Дешифрирование объектов

Форма контроля/оценочное средство: Тестирование

Вопросы/Задания:

1. Какой основной принцип лежит в основе спектрального (автоматизированного) дешифрирования тематических классов, таких как «вода», «лес» или «застроенные территории»?

Тема 2.3. Дешифрирование основных типов объектов

Форма контроля/оценочное средство: Тестирование

Вопросы/Задания:

1. По каким совокупности дешифровочных признаков на космическом снимке среднего разрешения (например, Landsat) можно надежно отличить водный объект от влажного заболоченного участка?

Раздел 3. Автоматизированное дешифрирование ДДЗ

Контролируемые ИДК: ОПК-2.3 ОПК-3.5

Тема 3.1. Распознавание образов

Форма контроля/оценочное средство: Тестирование

Вопросы/Задания:

1. В чем заключается ключевое отличие задачи «распознавания образов» (pattern recognition) в ДЗЗ от простого «дешифрирования объектов»?

Тема 3.2. Подготовка материалов

Форма контроля/оценочное средство: Тестирование

Вопросы/Задания:

1. Каков минимальный необходимый набор подготовленных материалов и метаданных для передачи результатов дешифрирования другому специалисту или для верификации?

Тема 3.3. Распознавание без обучения

Форма контроля/оценочное средство: Тестирование

Вопросы/Задания:

1. Что является основным принципом и главным преимуществом методов классификации «без обучения» (unsupervised) в ДЗЗ?

Тема 3.4. Распознавание с обучением

Форма контроля/оценочное средство: Тестирование

Вопросы/Задания:

1. Почему при контролируемой классификации («с обучением») критически важным этапом является сбор качественных и репрезентативных тренировочных выборок (training samples)?

Тема 3.5. Теоретические основы мониторинга

Форма контроля/оценочное средство: Тестирование

Вопросы/Задания:

1. Чем принципиально отличается мониторинг на основе данных ДЗЗ от разовой инвентаризации или оценки, и каковы три ключевых требования к организации такого мониторинга?

8. Оценочные материалы промежуточной аттестации

7 семестр, Зачет
Контролируемые ИДК: ОПК-2.1 ПК-3.1 ОПК-2.2 ПК-3.2 ОПК-2.3 ОПК-3.5
Вопросы/Задания:

1. Что такое экологический мониторинг и каковы его основные уровни?

2. Какие виды мониторинга выделяют по объектам наблюдения?

3. Что такое ПДК и какова её роль в мониторинге?

4. Какие методы используются для отбора проб атмосферного воздуха?

5. Что такое биомониторинг и какие организмы являются биоиндикаторами?

6. Каковы основные принципы организации сети наблюдений?

7. Как осуществляется мониторинг водных объектов?

8. Что такое дистанционный мониторинг и каковы его преимущества?

9. Какие организации в РФ осуществляют государственный экологический мониторинг?

10. Как оформляются результаты мониторинговых исследований?

7 семестр, Курсовая работа
Контролируемые ИДК: ОПК-2.1 ПК-3.1 ОПК-2.2 ПК-3.2 ОПК-2.3 ОПК-3.5
Вопросы/Задания:

1. Как обосновать выбор объекта и показателей для мониторинга в курсовой работе?

2. Как разработать программу мониторинга для конкретной территории?

3. Как рассчитать необходимое количество проб для получения статистически достоверных результатов?

4. Каким образом провести сравнительный анализ данных мониторинга за разные периоды?

5. Как оценить уровень загрязнения по комплексным показателям?

6. Как связать данные мониторинга с состоянием здоровья населения?

7. Каким образом использовать ГИС-технологии для обработки данных мониторинга?

8. Как разработать рекомендации по совершенствованию системы мониторинга?

9. Как оформить картографические материалы в курсовой работе?

10. Каким образом оценить экономическую эффективность предложенных мероприятий по оптимизации мониторинга?

9. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины

9.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература

1. Коренькова Е. А. Урбоэкология и мониторинг состояния окружающей среды: учебное пособие для вузов / Е. А. Коренькова, Н. А. Ширяева, А. И. Ковешников. - Санкт-Петербург: Лань, 2024. - 244 с. - 978-5-507-49702-7. - Текст: электронный // Издательство Лань: [сайт]. - URL: https://e.lanbook.com/book/432698 - Режим доступа: по подписке

2. Зверев А.Т. Методические указания к лабораторным работам по курсу "Геоморфология с основами геологии", "Природные ресурсы Земли", "Инженерная геодинамика", "Инженерная геология". / А.Т. Зверев. - МИИГАиК, 2016. - 24 - Текст: непосредственный.

Дополнительная литература

1. Плакс Д. П. Геология: учебное пособие / Д. П. Плакс, М. А. Богдасаров. - Геология - Минск: Вышэйшая школа, 2016. - 432 с. - 978-985-06-2651-6. - Текст: электронный // IPR SMART: [сайт]. - URL: https://www.iprbookshop.ru/90759.html - Режим доступа: по подписке

2. Сазонов И. Г. Геоморфология и четвертичная геология: лабораторный практикум / И. Г. Сазонов, Т. В. Гнедковская, Д. А. Астапова. - Геоморфология и четвертичная геология - Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2015. - 92 с. - 2227-8397. - Текст: электронный // IPR SMART: [сайт]. - URL: https://www.iprbookshop.ru/63081.html - Режим доступа: по подписке

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

Профессиональные базы данных

Не используются.

Ресурсы «Интернет»

1. http://www.zapoved.ru - Особо охраняемые Природные территории РФ
2. https://21bs.ru/index.php/bio - Журнал «Биосфера»
3. https://ecologyras.ru/ - Журнал «Экология»

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

Специализированная лаборатория
Интерактивная панель - 1 шт.
Меловая доска - 1 шт.

10. Методические указания по освоению дисциплины (модуля)

Освоение учебной дисциплины «Мониторинг окружающей среды» предполагает последовательную работу в ходе аудиторных занятий и систематическую самостоятельную подготовку с акцентом на применение методов дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). Основной учебный процесс строится на сочетании лекционных и практических занятий. В рамках самостоятельной работы предстоит изучать рекомендованную литературу по системам наблюдений за состоянием окружающей среды и готовиться к практическим занятиям.
Для успешного освоения дисциплины необходимо регулярно посещать все виды учебных занятий, включая лекции, где даются основные теоретические положения курса, и практические занятия по использованию методов ДЗЗ для мониторинга природных компонентов, обработке и интерпретации данных космической съемки, а также оценке динамики экологических изменений. Все учебные материалы и дополнительные ресурсы будут доступны в электронной образовательной среде университета, с которыми следует своевременно знакомиться.
Контроль результатов обучения осуществляется через текущий контроль и промежуточную аттестацию. Особое внимание уделяется соблюдению академической дисциплины, владению методами анализа данных дистанционного зондирования и корректной интерпретации результатов мониторинга. Студенты, не выполнившие программу практических занятий и не прошедшие текущую аттестацию, к итоговой аттестации по дисциплине не допускаются.

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.