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: 5BFEE1D286E9C95A0C0D2C611E434BD5
Владелец: Степанченко Алексей Леонидович
Действителен: с 23.09.2026 по 17.12.2027

«УТВЕРЖДАЮ»
Проректор
А. Л. Степанченко
15 мая 2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) «Б1.О.40 ОСНОВЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ»

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): 2026

Срок получения образования: 4 года

Объем: в зачетных единицах: 5 з.е.
в академических часах: 180 ак.ч.

Москва, 2026

Разработчики:
Доцент кафедры Космического мониторинга и экологии, кандидат биологических наук Кузнецова Г. Д.

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	26.12.2025, № 6/25

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 - сформировать у студентов систему теоретических знаний и практических навыков построения, калибровки, верификации и пространственной интерпретации экологических моделей с использованием инструментов ГИС, картографического анализа и данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) для решения задач оценки состояния и прогноза изменений компонентов окружающей среды.

Задачи изучения дисциплины:

- Освоить классификацию экологических моделей, принципы их построения и этапы модельного исследования применительно к пространственно распределённым экологическим процессам.;
- Сформировать умения подготовки пространственных данных в ГИС, проведения интерполяции, картографического моделирования и использования данных ДЗЗ в качестве входных параметров моделей.;
- Развить навыки верификации моделей, анализа чувствительности, сценарного моделирования и оформления результатов в виде картографических произведений и аналитических записок..

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

Компетенции, индикаторы и результаты обучения

ОПК-5 Способен понимать принципы работы информационных технологий и решать стандартные задачи профессиональной деятельности в области экологии, природопользования и охраны природы с использованием информационно - коммуникационных, в том числе геоинформационных технологий

ОПК-5.1 Создает пространственные базы данных и работает со специализированным ПО для обработки и хранения экологической информации.

Знать:

ОПК-5.1/Зн9 Методы пространственного моделирования в ГИС (интерполяция, оверлей, буферизация, картографическая алгебра) и способы интеграции данных ДЗЗ в модельные расчёты.

Уметь:

ОПК-5.1/Ум8 Формулировать модель экологического процесса, подбирать входные параметры и выполнять модельный расчёт с пространственной привязкой в ГИС-среде.

ОПК-5.1/Ум9 Верифицировать модель по независимым данным, оценивать её чувствительность и интерпретировать результаты в картографической форме.

Владеть:

ОПК-5.1/Нв8 Навыки работы с растровыми и векторными пространственными данными, инструментами интерполяции и картографической алгебры в ГИС.

ОПК-5.1/Нв9 Навыки оформления модельных результатов в виде тематических карт, легенд и аналитических записок, пригодных для принятия управленческих решений.

ОПК-5.2 Применяет методы дистанционного зондирования Земли для распознавания объектов и явлений, мониторинга состояния окружающей среды.

Знать:

ОПК-5.2/Зн3 Знает комплекс работ по дешифрированию видеоинформации, аэрокосмических и наземных снимков (А1)

Уметь:

ОПК-5.2/Ум1 Выбирать оптимальные методы ДЗЗ для решения конкретных прикладных задач

Владеть:

ОПК-5.2/Нв4 Навыками анализа данных для решения задач профессиональной деятельности

ОПК-5.2/Нв5 Навыками использования информационных технологий и программных средств при принятии управленческих решений в профессиональной сфере

ОПК-5.3 Использует ГИС-технологии для пространственного анализа экологических данных и моделирования процессов.

Знать:

ОПК-5.3/Зн1 Методы пространственного анализа в ГИС

Уметь:

ОПК-5.3/Ум6 Формулировать модель экологического процесса, подбирать входные параметры и выполнять модельный расчёт с пространственной привязкой в ГИС-среде.

Владеть:

ОПК-5.3/Нв1 Навыками работы с основными инструментами ГИС для анализа и визуализации

ОПК-5.3/Нв3 Навыками интеграции технологий: Владеть навыками интеграции различных технологий и систем для повышения эффективности аналитических процессов. .

ОПК-5.5 Создает и использует цифровые модели рельефа и трехмерные модели территорий для решения профессиональных задач.

Знать:

ОПК-5.5/Зн2 Методы создания цифровых моделей рельефа и трехмерных моделей территорий

Уметь:

ОПК-5.5/Ум2 Использовать цифровые модели рельефа для решения профессиональных задач.

Владеть:

ОПК-5.5/Нв2 Навыки решения профессиональных задач с использованием цифровых моделей рельефа и трехмерных моделей территорий.

3. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина (модуль) Б1.О.40 «Основы экологического моделирования» 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	доемкость сы)	доемкость ЗЕТ)	ые занятия сы)	ские занятия сы)	ьная работа сы)	ая аттестация сы)

обучения	Общая тру (ча	Общая тру (ЗЕ	Лекционни (ча	Практическ (ча	Самостоятел (ча	Промежуточн (ча
7 семестр	180	5	36	36	72	Экзамен (36)
Всего	180	5	36	36	72	36

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 и геоинформационные основы экологического моделирования	**64**	**16**	**16**	**32**	ОПК-5.1 ОПК-5.2 ОПК-5.3 ОПК-5.5
Тема 1.1. Введение в экологическое моделирование. Классификация моделей	16	4	4	8	
Тема 1.2. Пространственные данные и картографическое моделирование в ГИС	16	4	4	8	
Тема 1.3. Данные ДЗЗ как входной ресурс экологического моделирования	16	4	4	8	
Тема 1.4. Эмпирические и статистические модели в экологии	16	4	4	8	
Раздел 2. Прикладное пространственное моделирование и подготовка РГР	**80**	**20**	**20**	**40**	ОПК-5.1 ОПК-5.2 ОПК-5.3 ОПК-5.5
Тема 2.1. Моделирование рассеивания загрязняющих веществ в атмосфере	16	4	4	8	
Тема 2.2. Моделирование водной эрозии и диффузного загрязнения на водосборе	16	4	4	8	
Тема 2.3. Динамические и имитационные модели экосистем	16	4	4	8	

Тема 2.4. Верификация моделей, сценарный анализ и оформление РГР	32	8	8	16	
Итого	**144**	**36**	**36**	**72**	

5.2. Содержание разделов, тем дисциплин и формы текущего контроля

Раздел 1. Теоретические и геоинформационные основы экологического моделирования

Тема 1.1. Введение в экологическое моделирование. Классификация моделей

Лекция.
Понятие модели и моделирования. Роль моделей в экологии и природопользовании. Классификация: эмпирические и теоретические, детерминированные и стохастические, непрерывные и дискретные, точечные и пространственно-распределённые. Понятия верификации, валидации, калибровки. Место ГИС и ДЗЗ в цепочке «данные — модель — карта — решение».
Практическое задание № 1. Формализация экологической задачи и выбор типа модели. Студент получает описание проблемной ситуации (например, «оценить риск загрязнения почв вокруг полигона»), формулирует цель моделирования, определяет тип модели, перечень входных и выходных параметров и источник пространственных данных. Результат оформляется в виде краткого технического задания (1–2 стр.), которое становится заготовкой первого раздела РГР.
СРС: подготовка технического задания, подбор литературных источников по выбранному типу модели.

Тема 1.2. Пространственные данные и картографическое моделирование в ГИС

Лекция. Растровая и векторная модели пространственных данных. Системы координат и проекции. Источники пространственных данных для моделирования: картографические основы, ДЗЗ, полевые измерения, открытые базы. Картографическая алгебра и оверлейные операции. Интерполяция (IDW, кригинг, сплайн) как инструмент создания модельных поверхностей.

Практическое задание № 2. Построение модельной поверхности методом интерполяции. На основе массива точечных измерений (например, концентраций загрязнителя или значений температуры) студент строит растровую поверхность тремя методами интерполяции, сравнивает результаты визуально и количественно (кросс-валидация) и обосновывает выбор метода. Результат — серия карт и краткое обоснование, которое входит в методическую часть РГР.

СРС: освоение инструментов интерполяции в ГИС, подготовка карт для отчёта.

Тема 1.3. Данные ДЗЗ как входной ресурс экологического моделирования

Ниже — рабочая программа дисциплины «Основы экологического моделирования» для бакалавров направления 05.03.06 «Экология и природопользование» (7 семестр). Программа выстроена с опорой на предшествующую подготовку студентов по картографированию, ГИС и ДЗЗ, а все практические задания формируют сквозной задел для курсовой расчётно-графической работы (РГР).

Рабочая программа дисциплины «Основы экологического моделирования»

1. Цель и задачи дисциплины

Цель: сформировать у студентов систему теоретических знаний и практических навыков построения, калибровки, верификации и пространственной интерпретации экологических моделей с использованием инструментов ГИС, картографического анализа и данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) для решения задач оценки состояния и прогноза изменений компонентов окружающей среды.

Задачи:

1. Освоить классификацию экологических моделей, принципы их построения и этапы модельного исследования применительно к пространственно распределённым экологическим процессам.
2. Сформировать умения подготовки пространственных данных в ГИС, проведения интерполяции, картографического моделирования и использования данных ДЗЗ в качестве входных параметров моделей.
3. Развить навыки верификации моделей, анализа чувствительности, сценарного моделирования и оформления результатов в виде картографических произведений и аналитических записок.

---

2. Знания, умения, навыки (ЗУВ)

Компонент Содержание
Знания 1. Типология экологических моделей (эмпирические, теоретические, имитационные, пространственно-распределённые), принципы их построения и ограничения применимости. 2. Методы пространственного моделирования в ГИС (интерполяция, оверлей, буферизация, картографическая алгебра) и способы интеграции данных ДЗЗ в модельные расчёты.
Умения 1. Формулировать модель экологического процесса, подбирать входные параметры и выполнять модельный расчёт с пространственной привязкой в ГИС-среде. 2. Верифицировать модель по независимым данным, оценивать её чувствительность и интерпретировать результаты в картографической форме.
Навыки 1. Работы с растровыми и векторными пространственными данными, инструментами интерполяции и картографической алгебры в ГИС. 2. Оформления модельных результатов в виде тематических карт, легенд и аналитических записок, пригодных для принятия управленческих решений.

---

3. Объём и структура дисциплины

Вид работы Часы
Лекции 36
Практические занятия 36
Самостоятельная работа студентов (СРС), включая подготовку РГР 72
Итого 144

Тема 1.4. Эмпирические и статистические модели в экологии

Лекция. Регрессионные модели «доза — эффект», логистическая регрессия, множественная линейная регрессия в экологических задачах. Оценка качества модели (R^2, RMSE, AIC). Пространственная автокорреляция. Ограничения статистических моделей при экстраполяции.

Практическое задание № 4. Построение регрессионной модели связи экологического показателя с предикторами. На основе таблицы «пространственно привязанных» данных студент строит линейную или логистическую регрессию, оценивает значимость предикторов и качество модели, интерпретирует коэффициенты. Результат — уравнение модели и её метрики, которые переносятся в расчётную часть РГР.

СРС: подготовка данных, освоение статистических инструментов.

Раздел 2. Прикладное пространственное моделирование и подготовка РГР

Тема 2.1. Моделирование рассеивания загрязняющих веществ в атмосфере

Лекция. Гауссовы модели рассеивания. Входные параметры: мощность выброса, высота трубы, метеопараметры, рельеф. Использование ГИС для построения зон рассеивания и карт приземных концентраций. Связь модельных полей с картографическими слоями чувствительности территории.

Практическое задание № 5. Расчёт поля приземных концентраций и построение карты зон воздействия. Студент выполняет упрощённый расчёт рассеивания (по заданным параметрам источника) и средствами ГИС строит карту изолиний концентраций, накладывает её на карту объектов-реципиентов и определяет зоны повышенного риска. Результат — карта зон воздействия и перечень уязвимых объектов, которые включаются в РГР (для студентов, выбравших атмосферное направление).

СРС: подготовка слоёв, оформление карты.

Тема 2.2. Моделирование водной эрозии и диффузного загрязнения на водосборе

Ниже — рабочая программа дисциплины «Основы экологического моделирования» для бакалавров направления 05.03.06 «Экология и природопользование» (7 семестр). Программа выстроена с опорой на предшествующую подготовку студентов по картографированию, ГИС и ДЗЗ, а все практические задания формируют сквозной задел для курсовой расчётно-графической работы (РГР).

Рабочая программа дисциплины «Основы экологического моделирования»

1. Цель и задачи дисциплины

Цель: сформировать у студентов систему теоретических знаний и практических навыков построения, калибровки, верификации и пространственной интерпретации экологических моделей с использованием инструментов ГИС, картографического анализа и данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) для решения задач оценки состояния и прогноза изменений компонентов окружающей среды.

Задачи:

1. Освоить классификацию экологических моделей, принципы их построения и этапы модельного исследования применительно к пространственно распределённым экологическим процессам.
2. Сформировать умения подготовки пространственных данных в ГИС, проведения интерполяции, картографического моделирования и использования данных ДЗЗ в качестве входных параметров моделей.
3. Развить навыки верификации моделей, анализа чувствительности, сценарного моделирования и оформления результатов в виде картографических произведений и аналитических записок.

---

2. Знания, умения, навыки (ЗУВ)

Компонент Содержание
Знания 1. Типология экологических моделей (эмпирические, теоретические, имитационные, пространственно-распределённые), принципы их построения и ограничения применимости. 2. Методы пространственного моделирования в ГИС (интерполяция, оверлей, буферизация, картографическая алгебра) и способы интеграции данных ДЗЗ в модельные расчёты.
Умения 1. Формулировать модель экологического процесса, подбирать входные параметры и выполнять модельный расчёт с пространственной привязкой в ГИС-среде. 2. Верифицировать модель по независимым данным, оценивать её чувствительность и интерпретировать результаты в картографической форме.
Навыки 1. Работы с растровыми и векторными пространственными данными, инструментами интерполяции и картографической алгебры в ГИС. 2. Оформления модельных результатов в виде тематических карт, легенд и аналитических записок, пригодных для принятия управленческих решений.

---

3. Объём и структура дисциплины

Вид работы Часы
Лекции 36
Практические занятия 36
Самостоятельная работа студентов (СРС), включая подготовку РГР 72
Итого 144

Тема 2.3. Динамические и имитационные модели экосистем

Ниже — рабочая программа дисциплины «Основы экологического моделирования» для бакалавров направления 05.03.06 «Экология и природопользование» (7 семестр). Программа выстроена с опорой на предшествующую подготовку студентов по картографированию, ГИС и ДЗЗ, а все практические задания формируют сквозной задел для курсовой расчётно-графической работы (РГР).

Рабочая программа дисциплины «Основы экологического моделирования»

1. Цель и задачи дисциплины

Цель: сформировать у студентов систему теоретических знаний и практических навыков построения, калибровки, верификации и пространственной интерпретации экологических моделей с использованием инструментов ГИС, картографического анализа и данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) для решения задач оценки состояния и прогноза изменений компонентов окружающей среды.

Задачи:

1. Освоить классификацию экологических моделей, принципы их построения и этапы модельного исследования применительно к пространственно распределённым экологическим процессам.
2. Сформировать умения подготовки пространственных данных в ГИС, проведения интерполяции, картографического моделирования и использования данных ДЗЗ в качестве входных параметров моделей.
3. Развить навыки верификации моделей, анализа чувствительности, сценарного моделирования и оформления результатов в виде картографических произведений и аналитических записок.

---

2. Знания, умения, навыки (ЗУВ)

Компонент Содержание
Знания 1. Типология экологических моделей (эмпирические, теоретические, имитационные, пространственно-распределённые), принципы их построения и ограничения применимости. 2. Методы пространственного моделирования в ГИС (интерполяция, оверлей, буферизация, картографическая алгебра) и способы интеграции данных ДЗЗ в модельные расчёты.
Умения 1. Формулировать модель экологического процесса, подбирать входные параметры и выполнять модельный расчёт с пространственной привязкой в ГИС-среде. 2. Верифицировать модель по независимым данным, оценивать её чувствительность и интерпретировать результаты в картографической форме.
Навыки 1. Работы с растровыми и векторными пространственными данными, инструментами интерполяции и картографической алгебры в ГИС. 2. Оформления модельных результатов в виде тематических карт, легенд и аналитических записок, пригодных для принятия управленческих решений.

---

3. Объём и структура дисциплины

Вид работы Часы
Лекции 36
Практические занятия 36
Самостоятельная работа студентов (СРС), включая подготовку РГР 72
Итого 144

Тема 2.4. Верификация моделей, сценарный анализ и оформление РГР

Лекция (6 ч). Верификация и валидация пространственных моделей: критерии качества, кросс-валидация, анализ остатков. Анализ чувствительности. Построение сценариев и интерпретация модельных прогнозов. Принципы оформления картографических результатов и аналитической записки к РГР.

Лекция-консультация (2 ч). Индивидуальные консультации по этапам РГР: структура работы, требования к картографическим материалам, расчётной части и выводам. Разбор типичных ошибок.

Практическое занятие (4 ч). Верификация учебной модели и анализ чувствительности. Студент на учебном примере оценивает качество ранее построенной модели, выполняет анализ чувствительности и формулирует вывод о её пригодности для прогноза.

Практическое занятие-защита (4 ч). Представление промежуточных результатов РГР (картографические слои, расчётная часть, черновик выводов). Обсуждение и корректировка.

СРС: завершение РГР, оформление карт и записки, подготовка к защите и экзамену.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Защита 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: Экзамен, 7 семестр.

1. К экзамену допускаются студенты, выполнившие все практические задания и защитившие РГР по заданной теме.

РГР выполняется самостоятельно и представляет собой комплексную работу, объединяющую пространственный анализ, модельный расчёт и картографическое оформление.

Критерии оценивания РГР: обоснованность выбора модели и исходных данных (20 %); корректность расчётной части (25 %); качество пространственного анализа и картографического оформления (25 %); верификация и анализ чувствительности (15 %); аргументированность выводов и рекомендаций (15 %).

2. На экзамене студент отвечает устно на вопросы билета и дополнительные вопросы..

7. Оценочные материалы текущего контроля

Раздел 2. Прикладное пространственное моделирование и подготовка РГР
Контролируемые ИДК: ОПК-5.1 ОПК-5.2 ОПК-5.3 ОПК-5.5

Тема 2.4. Верификация моделей, сценарный анализ и оформление РГР

Форма контроля/оценочное средство: Защита работ

Вопросы/Задания:

1. Защита РГР. Пример 1. «Пространственная модель рассеивания загрязняющих веществ от промышленного источника и оценка зон экологического риска»

Задание. Для заданного промышленного объекта (или группы объектов) на основе данных о параметрах выбросов и метеорологических условиях построить упрощённую модель рассеивания примеси, средствами ГИС создать карту приземных концентраций, наложить её на слои населённых пунктов, водных объектов и охраняемых территорий, выделить зоны повышенного экологического риска и подготовить аналитическую записку с обоснованием приоритетных мер по снижению воздействия.

Состав работы: техническое задание и обоснование выбора модели; подготовка пространственных слоёв (источник, реципиенты, метеоданные); модельный расчёт и построение растровой поверхности концентраций; картографическое оформление зон риска; анализ чувствительности к метеопараметрам; выводы и рекомендации.

2. Защита РГР. Пример 2. «Модель динамики растительного покрова на основе разновременных данных ДЗЗ и прогноз изменений»

Задание. На основе двух и более разновременных спутниковых снимков (например, Landsat или Sentinel-2) рассчитать спектральный индекс (NDVI), построить карты его распределения за разные годы, выявить направления и масштабы изменений растительного покрова, построить регрессионную или пространственную модель связи индекса с факторами среды (осадки, температура, рельеф) и сформулировать прогнозный сценарий изменения растительности для выбранной территории.

Состав работы: подготовка и предобработка снимков; расчёт индексов; карты изменений; статистический анализ связи с предикторами; модельный расчёт и прогнозная карта; интерпретация и ограничения модели

3. Защита РГР. Пример 3. «Оценка эрозионного риска водосбора на основе ЦМР и ГИС-моделирования»

Пример 3. «Оценка эрозионного риска водосбора на основе ЦМР и ГИС-моделирования»

Задание. Для выбранного водосборного бассейна на основе цифровой модели рельефа, данных о почвах, осадках и растительности рассчитать ключевые факторы эрозии (например, фактор рельефа LS, фактор растительности C), построить интегральную карту потенциального эрозионного риска, выделить участки максимальной уязвимости и предложить комплекс противоэрозионных мероприятий с пространственной привязкой.

Состав работы: подготовка ЦМР и тематических слоёв; расчёт факторов; интегральная карта риска; анализ чувствительности к выбору метода расчёта; картографическое оформление и легенда; обоснование мероприятий и выводы.

8. Оценочные материалы промежуточной аттестации

7 семестр, Экзамен

Контролируемые ИДК: ОПК-5.1 ОПК-5.2 ОПК-5.3 ОПК-5.5

Вопросы/Задания:

1. Дайте определение экологической модели. Чем отличается модель от физической копии объекта и какие свойства объекта она должна отражать?

2. Охарактеризуйте основные этапы модельного исследования в экологии. Почему этап постановки задачи считается определяющим для качества результата?

3. Приведите классификацию экологических моделей по характеру описания процесса (детерминированные/стохастические, непрерывные/дискретные, точечные/пространственно-распределённые). Приведите примеры для каждой группы.

4. В чём различие между верификацией, валидацией и калибровкой модели? Приведите примеры процедур для пространственной экологической модели.

5. Раскройте понятие пространственно-распределённой модели. Почему использование ГИС принципиально расширяет возможности таких моделей по сравнению с точечными?

6. Охарактеризуйте растровую и векторную модели пространственных данных. В каких типах экологических моделей предпочтительна каждая из них и почему?

7. Объясните суть методов интерполяции (IDW, кригинг, сплайн). Какие факторы определяют выбор метода при построении модельной поверхности загрязнения?

8. Что такое кросс-валидация при интерполяции? Как интерпретировать её результаты для выбора оптимального метода построения поверхности?

9. Опишите роль данных ДЗЗ в экологическом моделировании. Какие ограничения накладывает пространственное разрешение снимков на применимость модели?

10. Раскройте физический смысл спектральных индексов (NDVI, NDWI, NBR). Как выбор индекса связан с целью моделирования?

11. Охарактеризуйте регрессионные модели «доза — эффект» в экологии. Какие метрики качества (R^2, RMSE, AIC) используются и что они показывают?

12. В чём состоит проблема пространственной автокорреляции при построении статистических моделей по пространственным данным? Как она влияет на интерпретацию коэффициентов?

13. Опишите логику гауссовой модели рассеивания примесей в атмосфере. Какие входные параметры являются критическими для точности результата?

14. Как средствами ГИС строится карта зон воздействия по результатам модельного расчёта рассеивания? Какие слои-реципиенты необходимо включить для оценки экологического риска?

15. Раскройте назначение модели RUSLE. Какие факторы в неё входят и как они могут быть получены средствами ГИС и ДЗЗ?

16. В чём особенности использования цифровой модели рельефа (ЦМР) как основы пространственного моделирования эрозионных и гидрологических процессов?

17. Опишите логистическую модель роста популяции. Какие параметры определяют её динамику и как выполняется анализ чувствительности?

18. В чём ограничения классических динамических моделей (Мальтус, Лотка — Вольтерра) при их применении к реальным пространственно неоднородным экосистемам?

19. Что такое сценарный анализ в экологическом моделировании? Приведите пример построения сценариев для прогноза изменений растительного покрова или загрязнения территории.

20. Формулируйте требования к картографическому оформлению результатов экологического моделирования. Почему легенда карты и выбор способа изображения являются частью интерпретации модели, а не только техническим элементом?

9. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины

9.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература

1. Трубина Л. К. Геоинформационные системы в природопользовании: учебное пособие / Л. К. Трубина, О. А. Лисакова. - Новосибирск: СГУГиТ, 2024. - 118 с. - 978-5-907711-64-8. - Текст: электронный // Издательство Лань: [сайт]. - URL: https://e.lanbook.com/book/484895 - Режим доступа: по подписке

2. Пестов С. В. Геоинформационные системы в экологии и природопользовании: практикум / С. В. Пестов, Т. А. Адамович. - Киров: ВятГУ, 2017. - 45 с. - Текст: электронный // Издательство Лань: [сайт]. - URL: https://e.lanbook.com/book/339956 - Режим доступа: по подписке

3. Татаринович Б. А. Геоинформационные системы в экологии и природопользовании, дистанционные и информационные системы-технологии в геоэкологических исследованиях: методические указания указания для выполнения лабораторных работ / Б. А. Татаринович. - Белгород: БелГАУ им.В.Я.Горина, 2020. - 52 с. - Текст: электронный // Издательство Лань: [сайт]. - URL: https://e.lanbook.com/book/166493 - Режим доступа: по подписке

4. Соколов А. С. Геоинформационные системы в экологии и природопользовании. Работа с данными дистанционного зондирования Земли: практическое пособие / А. С. Соколов. - Гомель: ГГУ имени Ф. Скорины, 2024. - 44 с. - 978-985-32-0055-3. - Текст: электронный // Издательство Лань: [сайт]. - URL: https://e.lanbook.com/book/449708 - Режим доступа: по подписке

5. Любимов А. В. Геоинформационные системы и дистанционные методы в науках о Земле и охране природы. (Англо-немецко-русский словарь-глоссарий специальных терминов и определений): учебное пособие / А. В. Любимов, Е. М. Нестеров. - Геоинформационные системы и дистанционные методы в науках о Земле и охране природы. (Англо-немецко-русский словарь-глоссарий специальных терминов и определений) - Санкт-Петербург: Издательство РГПУ им. А. И. Герцена, 2021. - 308 с. - 978-5-8064-3092-3. - Текст: электронный // IPR SMART: [сайт]. - URL: https://www.iprbookshop.ru/131698.html - Режим доступа: по подписке

Дополнительная литература

1. Щукина Н. В. Математическое моделирование: учебное пособие / Н. В. Щукина, Н. Д. Харитонова. - Омск: Омский ГАУ, 2022. - 82 с. - 978-5-907507-69-2. - Текст: электронный // Издательство Лань: [сайт]. - URL: https://e.lanbook.com/book/326441 - Режим доступа: по подписке

2. Маяцкая И. А. Математическое моделирование растительных объектов: монография / И. А. Маяцкая. - Математическое моделирование растительных объектов - Ростов-на-Дону: Донской государственный технический университет, 2023. - 127 c. - 978-5-7890-2176-7. - Текст: электронный // IPR SMART: [сайт]. - URL: https://www.iprbookshop.ru/144932.html - Режим доступа: по подписке

3. Березовская Е. А. Имитационное моделирование: учебное пособие / Е. А. Березовская. - Имитационное моделирование - Ростов-на-Дону, Таганрог: Издательство Южного федерального университета, 2018. - 76 c. - 978-5-9275-2426-6. - Текст: электронный // IPR SMART: [сайт]. - URL: https://www.iprbookshop.ru/87410.html - Режим доступа: по подписке

4. Кононова З. А. Компьютерное моделирование. Экология: практикум / З. А. Кононова, С. О. Алтухова, Г. А. Воробьев. - Липецк: Липецкий ГПУ, 2018. - 99 с. - 978-5-88526-928-5. - Текст: электронный // Издательство Лань: [сайт]. - URL: https://e.lanbook.com/book/115015 - Режим доступа: по подписке

5. Шкаруппа С. П. Моделирование технологических и природных систем: учебное пособие / С. П. Шкаруппа. - Моделирование технологических и природных систем - Самара: Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2019. - 87 c. - 2227-8397. - Текст: электронный // IPR SMART: [сайт]. - URL: https://www.iprbookshop.ru/111629.html - 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://lib.miigaik.ru/ - ИРБИС64 Электронная библиотека
2. https://ecologyras.ru/ - Журнал «Экология»
3. https://www.iprbookshop.ru/ - IPR SMART
4. https://cyberleninka.ru/ - Научная электронная библиотека КиберЛенинка, построенная на парадигме открытой науки (Open Science)
5. http://www.elibrary.ru/ - Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU

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 - 3 шт.

Меловая доска - 2 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.