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.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ) «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.

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) составлен 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

1. Планируемые результаты обучения, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

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.

2. Показатели и критерии оценивания компетенций

Планируемые результаты освоения программы	Уровень овладения	Критерии оценивания (перечень сформированных ИДК/ЗУВ по уровням освоения)

3. Шкала оценивания

Оценка	Критерии оценивания (перечень сформированных ИДК/ЗУВ)
Неудовле-творительно	Результаты обучения не сформированы на достаточном уровне

4. Контрольные мероприятия по дисциплине

Вид контроля	Форма контроля/Оценочное средство
Текущий контроль	Защита работ
Промежуточная аттестация	Расчетно-графическая работа Экзамен

№ п/п	Наименование раздела	Контролируемые ИДК	Вид контроля/ используемые оценочные материалы	
			Текущий	Промежут. аттестация
1	Теоретические и геоинформационные основы экологического моделирования	ОПК-5.1 ОПК-5.2 ОПК-5.3 ОПК-5.5		Экзамен
2	Прикладное пространственное моделирование и подготовка РГР	ОПК-5.1 ОПК-5.2 ОПК-5.3 ОПК-5.5	Защита работ	Экзамен

5. 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..

6. 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.

7. 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?