

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Ястребов Олег Александрович
Должность: Ректор
Дата подписания: 05.05.2026 16:44:53
Уникальный программный ключ:
ca953a01204891083f939673078ef1a989dae18a

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы»**

Институт экологии

(наименование основного учебного подразделения (ОУП)-разработчика ОП ВО)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ПРИКЛАДНЫЕ ЗАДАЧИ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

(наименование дисциплины/модуля)

Рекомендована МССН для направления подготовки/специальности:

01.04.02 ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА И ИНФОРМАТИКА

(код и наименование направления подготовки/специальности)

Освоение дисциплины ведется в рамках реализации основной профессиональной образовательной программы высшего образования (ОП ВО):

МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ В ЭКОЛОГИИ И ЭКОНОМИКЕ

(наименование (профиль/специализация) ОП ВО)

2026 г.

1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Прикладные задачи математического моделирования» входит в программу магистратуры «Моделирование и прогнозирование процессов в экологии и экономике» по направлению 01.04.02 «Прикладная математика и информатика» и изучается в 3 семестре 2 курса. Дисциплину реализует Департамент экологической безопасности и менеджмента качества продукции. Дисциплина состоит из 5 разделов и 17 тем и направлена на изучение различных областей применения математического моделирования в практической деятельности и соответствующих моделей.

Целью освоения дисциплины является подготовка специалистов, способных системно собирать, обрабатывать и анализировать данные, разрабатывать и реализовывать математические модели экологических и экономических процессов, проводить оценку и управление рисками, а также оптимизировать использование природных ресурсов с применением современных методов и инструментов моделирования.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины «Прикладные задачи математического моделирования» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций (части компетенций):

Таблица 2.1. Перечень компетенций, формируемых у обучающихся при освоении дисциплины (результаты освоения дисциплины)

Шифр	Компетенция	Индикаторы достижения компетенции (в рамках данной дисциплины)
ОПК-1	Способен решать актуальные задачи фундаментальной и прикладной математики	ОПК-1.1 владеет навыками построения и реализации основных математических алгоритмов, анализа математических проблем; понятийным и формальным математическим аппаратом; ОПК-1.2 умеет правильно ставить задачи по выбранной тематике, выбирать для исследования необходимые методы; применять выбранные методы к решению научных задач, оценивать значимость получаемых результатов; ОПК-1.3 знает методы решения актуальных и значимых проблем фундаментальной и прикладной математики, профессиональную терминологию;
ОПК-3	Способен разрабатывать математические модели и проводить их анализ при решении задач в области профессиональной деятельности	ОПК-3.1 Умеет анализировать и исследовать математические модели задач в области профессиональной деятельности на основе полученных теоретических знаний; ОПК-3.2 Умеет строить математические алгоритмы и реализовывать их с помощью компьютерных средств, применять методы математического моделирования к решению конкретных задач; ОПК-3.3 Владеет навыками построения и реализации основных математических алгоритмов, методологией математического моделирования; навыками применения математического инструментария для создания и исследования новых математических моделей в экологии и экономике;
ПК-5	Способен разрабатывать аналитические обзоры состояния области прикладной математики и информационных технологий	ПК-5.1 Знает теоретические основы прикладной математики и информационных технологий, историю прикладной математики и развития информационных технологий, фундаментальные концепции и профессиональные результаты в области моделирования экологических и экономических процессов и явлений; ПК-5.2 умеет использовать новые знания и применять их в профессиональной деятельности; использовать современные теории, методы, системы и средства прикладной математики и информационных технологий для решения научно-

Шифр	Компетенция	Индикаторы достижения компетенции (в рамках данной дисциплины)
		исследовательских и прикладных задач; ПК-5.3 Владеет языком предметной области математического моделирования экологических и экономических процессов и соответствующей методологией;

3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Прикладные задачи математического моделирования» относится к обязательной части блока 1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы высшего образования.

В рамках образовательной программы высшего образования обучающиеся также осваивают другие дисциплины и/или практики, способствующие достижению запланированных результатов освоения дисциплины «Прикладные задачи математического моделирования».

Таблица 3.1. Перечень компонентов ОП ВО, способствующих достижению запланированных результатов освоения дисциплины

Шифр	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины/модули, практики*	Последующие дисциплины/модули, практики*
ОПК-1	Способен решать актуальные задачи фундаментальной и прикладной математики	Математические методы исследования процессов в экологии и экономике; Дифференциальные уравнения; Математическая статистика и эконометрика;	
ОПК-3	Способен разрабатывать математические модели и проводить их анализ при решении задач в области профессиональной деятельности	Дискретные математические модели в экономике и экологии; Математическая статистика и эконометрика; Непрерывные математические модели;	
ПК-5	Способен разрабатывать аналитические обзоры состояния области прикладной математики и информационных технологий	Языки и методы программирования; Дискретные математические модели в экономике и экологии; Непрерывные математические модели;	Преддипломная практика;

* - заполняется в соответствии с матрицей компетенций и СУП ОП ВО

** - элективные дисциплины /практики

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Прикладные задачи математического моделирования» составляет «4» зачетные единицы.

Таблица 4.1. Виды учебной работы по периодам освоения образовательной программы высшего образования для очной формы обучения.

Вид учебной работы	ВСЕГО, ак.ч.		Семестр(-ы)
			3
<i>Контактная работа, ак.ч.</i>	36		36
Лекции (ЛК)	18		18
Лабораторные работы (ЛР)	0		0
Практические/семинарские занятия (СЗ)	18		18
<i>Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч.</i>	96		96
<i>Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч.</i>	12		12
Общая трудоемкость дисциплины	ак.ч.	144	144
	зач.ед.	4	4

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 5.1. Содержание дисциплины (модуля) по видам учебной работы

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Наименование темы		Содержание темы	Вид учебной работы*
Раздел 1	Работа с данными для прикладного моделирования	1.1	Импорт, очистка и преобразование данных в Excel	Источники данных (CSV, TXT, открытые статистические базы). Импорт через Power Query (получение и преобразование). Очистка: удаление дубликатов, заполнение пропусков (средним, медианой, интерполяцией), фильтрация выбросов. Типы данных и их преобразование. Пример: подготовка данных о выбросах загрязнителей за несколько лет.	ЛК, СЗ
		1.2	Сводные таблицы и сводные диаграммы для агрегации и первичного анализа	Создание сводной таблицы (PivotTable): строки, столбцы, значения, фильтры. Группировка дат (по годам, кварталам, месяцам). Вычисляемые поля и элементы. Сводные диаграммы. Срезы (slicers) и временные шкалы. Пример: агрегация выбросов по предприятиям и годам, анализ сезонности.	ЛК, СЗ
		1.3	Основы работы с реляционными данными в Excel (модель данных и Power Pivot)	Связывание таблиц через общие ключи (функция ВПР, ИНДЕКС+ПОИСКПОЗ). Модель данных в Excel (Power Pivot): создание связей между таблицами, меры (DAX – базовые выражения). Преимущества перед ВПР при больших объёмах. Пример: объединение таблиц «Предприятия» и «Выбросы» для расчёта суммарных выбросов по отраслям.	ЛК, СЗ
		1.4	Подготовка данных для моделирования: от сводной таблицы к входным массивам	Формирование временных рядов, панельных данных. Создание датасета для регрессионного анализа (удаление пропусков, нормализация). Экспорт подготовленных данных в форматы для последующего моделирования (в рамках Excel). Пример: подготовка таблицы «год – предприятие – выброс – объём производства» для построения эколого-экономической модели.	ЛК, СЗ
Раздел 2	Оценка выбросов и поглощений парниковых газов	2.1	Задачи оценки выбросов и поглощений парниковых газов и уровни моделирования	Основные парниковые газы. Антропогенные и природные источники. Углеродный след продукции, организации, территории. Углеродная отчетность и климатические проекты. Уровни моделирования: национальный (кадастры МГЭИК), корпоративный (GHG Protocol), проектный (углеродные кредиты). Пример в Excel: расчёт выбросов Score 1, 2, 3 по коэффициентам эмиссии.	ЛК, СЗ
		2.2	Линейные и балансовые модели выбросов и поглощений	Баланс углерода: изменение запаса = поступление – выброс. Линейные модели: выброс = Σ (активность \times коэффициент эмиссии). Модели поглощения лесами: прирост биомассы,	ЛК, СЗ

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Наименование темы		Содержание темы	Вид учебной работы*
				вычет на рубку и естественную смертность. Модель бюджета почвенного углерода (простые пулы). Реализация в Excel: построение годового баланса для лесного хозяйства или сельскохозяйственного предприятия.	
		2.3	Модель затухания первого порядка	Кинетика разложения. Применение: эмиссия метана со свалок, разложение растительных остатков, выделение N ₂ O из удобрений. Дискретная версия в Excel. Пример: оценка выбросов парниковых газов от свалки ТБО.	ЛК, СЗ
Раздел 3	Риск-анализ и риск-менеджмент	3.1	Риск-ориентированный подход в экологическом проектировании	Понятие экологического и техногенного риска. Вероятность и последствия. Приемлемый риск. Этапы: идентификация опасностей, оценка риска, ранжирование, управление. Методы управления рисками. Оценка эффективности мер управления рисками	ЛК, СЗ
		3.2	Методы анализа рисков	Традиционные методы: HAZOP (анализ опасностей и работоспособности), FMEA (анализ видов и последствий отказов), «дерево событий», «дерево отказов». Инверсионный метод / метод диверсанта: суть, области применения, отличие от традиционных методов, примеры в НГК. Сценарный анализ и метод «чёрного лебедя» (по Талеру). Экспертные методы (Дельфи, мозговой штурм)	ЛК, СЗ
		3.3	Методы оценки ущерба	Принципы оценки ущерба: прямой и косвенный ущерб, метод «затраты-эффект», метод «готовности платить», рыночная оценка экосистемных услуг. Официальные методики РФ. Международные методики. Методики оценки ущерба от разливов нефти. Экономическая оценка экосистемных услуг. Оценка ущерба от выбросов загрязняющих веществ. Примеры расчёта для типовых аварий в НГК	ЛК, СЗ
Раздел 4	Модели оптимального управления природными ресурсами	4.1	Модели динамики популяций	Динамика плотности изолированной популяции. Конкурентные модели. Модель "Хищник-жертва". Модель эпидемий в популяции.	ЛК, СЗ
		4.2	Модель оптимального изъятия возобновимого ресурса	Логистическая модель роста. Максимальный устойчивый вылов (MSY) и экономически оптимальный вылов (MEY). Реализация в Excel: расчёт равновесия, построение графика ренты, «Поиск решения».	ЛК, СЗ
		4.3	Оптимальное распределение ограниченного ресурса между пользователями	Задача нескольких предприятий, использующих общий ресурс. Кооперативное и некооперативное решения. Трагедия общин.	ЛК, СЗ

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Наименование темы		Содержание темы	Вид учебной работы*
				Реализация в Excel: линейное программирование.	
		4.4	Модель оптимального темпа истощения невозобновимого ресурса (задача Хотеллинга)	Дискретная версия, оптимизация траектории добычи. Реализация через «Поиск решения» или динамическое программирование.	ЛК, СЗ
Раздел 5	Имитационное моделирование экологических процессов	5.1	Моделирование динамики популяции методом Монте-Карло	Логистическая модель со стохастическим фактором. Генерация случайных возмущений, ансамбль траекторий. Оценка вероятности вымирания. Реализация в Excel.	ЛК, СЗ
		5.2	Клеточно-автоматная модель распространения (лесные пожары)	Дискретное пространство, правила перехода. Условное форматирование для визуализации. Пример: влияние просек на динамику пожара.	ЛК, СЗ
		5.3	Оценка экологического ущерба от аварийных сценариев (имитационная модель)	Метод Монте-Карло с дискретными сценариями. Построение кривой риска. Пример: оценка ущерба при аварии на нефтепроводе	ЛК, СЗ

* - заполняется только по **ОЧНОЙ** форме обучения: ЛК – лекции; ЛР – лабораторные работы; СЗ – практические/семинарские занятия.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 6.1. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Тип аудитории	Оснащение аудитории	Специализированное учебное/лабораторное оборудование, ПО и материалы для освоения дисциплины (при необходимости)
Лекционная	Аудитория для проведения занятий лекционного типа, оснащенная комплектом специализированной мебели; доской (экраном) и техническими средствами мультимедиа презентаций.	
Компьютерный класс	Компьютерный класс для проведения занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная персональными компьютерами (в количестве 12 шт.), доской (экраном) и техническими средствами мультимедиа презентаций.	
Семинарская	Аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная комплектом специализированной мебели и техническими средствами мультимедиа презентаций.	
Для самостоятельной работы	Аудитория для самостоятельной работы обучающихся (может использоваться для проведения семинарских занятий и консультаций), оснащенная комплектом специализированной мебели и компьютерами с доступом в ЭИОС.	

* - аудитория для самостоятельной работы обучающихся указывается **ОБЯЗАТЕЛЬНО!**

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература:

1. Красс, М. С. Математика в экономике: математические методы и модели : учебник для вузов / М. С. Красс, Б. П. Чупрынов ; ответственный редактор М. С. Красс. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 541 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-16298-1.

2. Н.В. Прохорова. Математическое моделирование в биологии и экологии: учебное пособие – Самара: Издательство Самарского университета, 2021. – 64 с.

3. Редина М.М., Ледашева Т.Н., Пинаев В.Е., Силаева П.Ю., Хаустов А.П. Экологическое проектирование и риск-анализ. Учебное пособие. М.: Изд-во РУДН, 2022 - 339 с.

Дополнительная литература:

1. Основы математического моделирования: учебное пособие / С.В. Звонарев. — Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2019. — 112 с.

https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/68494/1/978-5-7996-2576-4_2019.pdf

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1. ЭБС РУДН и сторонние ЭБС, к которым студенты университета имеют доступ на основании заключенных договоров

- Электронно-библиотечная система РУДН – ЭБС РУДН

<http://lib.rudn.ru/MegaPro/Web>

- ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <http://www.biblioclub.ru>

- ЭБС Юрайт <http://www.biblio-online.ru>

- ЭБС «Консультант студента» www.studentlibrary.ru

- ЭБС «Троицкий мост»

2. Базы данных и поисковые системы

- электронный фонд правовой и нормативно-технической документации

<http://docs.cntd.ru/>

- поисковая система Яндекс <https://www.yandex.ru/>

- поисковая система Google <https://www.google.ru/>

- реферативная база данных SCOPUS

<http://www.elsevierscience.ru/products/scopus/>

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся при освоении дисциплины/модуля:*

1. Курс лекций по дисциплине «Прикладные задачи математического моделирования».

* - все учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся размещаются в соответствии с действующим порядком на странице дисциплины **в ТУИС!**

РАЗРАБОТЧИК:

Доцент

Должность, БУП

Подпись

Ледащева Татьяна
Николаевна

Фамилия И.О.

РУКОВОДИТЕЛЬ БУП:

Заведующий департаментом

Должность БУП

Подпись

Савенкова Елена
Викторовна

Фамилия И.О.

РУКОВОДИТЕЛЬ ОП ВО:

Доцент

Должность, БУП

Подпись

Ледащева Татьяна
Николаевна

Фамилия И.О.