

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Ястребов Олег Александрович  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 05.05.2026 16:43:03  
Уникальный программный ключ:  
ca953a0120d891083f939673078ef1a989dae18a

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

**Институт экологии**

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

## **ПРОГРАММА ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ**

**Рекомендована МССН для направления подготовки/специальности:**

**01.04.02 Прикладная математика и информатика**

(код и наименование направления подготовки/специальности)

**Государственная итоговая аттестация проводится в рамках реализации основной профессиональной образовательной программы высшего образования (ОП ВО):**

**Моделирование и прогнозирование процессов в экологии и экономике**

(наименование (профиль/специализация) ОП ВО)

# 1. ЦЕЛЬ ПРОВЕДЕНИЯ И ЗАДАЧИ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ (ГИА)

Целью проведения ГИА в рамках реализации ОП ВО «Моделирование и прогнозирование процессов в экологии и экономике» является определение соответствия результатов освоения обучающимися ОП ВО соответствующим требованиям ФГОС ВО.

Задачами государственной итоговой аттестации являются:

- проверка качества обучения личности основным гуманитарным знаниям, естественнонаучным законам и явлениям, необходимым в профессиональной деятельности;
- определение уровня теоретической и практической подготовленности выпускника к выполнению профессиональных задач в соответствии с получаемой квалификацией;
- установление степени стремления личности к саморазвитию, повышению своей квалификации и мастерства;
- проверка сформированности у выпускника устойчивой мотивации к профессиональной деятельности в соответствии с предусмотренными ФГОС ВО типами задач профессиональной деятельности;
- оценка уровня способности выпускников находить организационно-управленческие решения в нестандартных ситуациях и готовности нести за них ответственность;
- обеспечение интеграции образования и научно-технической деятельности, повышение эффективности использования научно-технических достижений, реформирование научной сферы и стимулирование инновационной деятельности;
- обеспечение качества подготовки специалистов в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ОП ВО

К ГИА допускается обучающийся, не имеющий академической задолженности и в полном объеме выполнивший учебный план или индивидуальный учебный план ОП ВО.

По окончании освоения ОП ВО выпускник должен обладать следующими компетенциями:

- универсальными компетенциями (УК):

Шифр	Наименование
УК-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий
УК-2	Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла
УК-3	Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели
УК-4	Способен применять современные коммуникативные технологии на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах) для академического и профессионального взаимодействия
УК-5	Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия
УК-6	Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки
УК-7	Способен: искать нужные источники информации и данные, воспринимать, анализировать, запоминать и передавать информацию с использованием цифровых средств, а также с помощью алгоритмов при работе с полученными из различных источников данными с целью эффективного использования полученной информации для решения задач; проводить оценку информации, ее достоверность, строить логические умозаключения на основании поступающих информации и данных.

- общепрофессиональными компетенциями (ОПК):

Шифр	Наименование
ОПК-1	Способен решать актуальные задачи фундаментальной и прикладной математики
ОПК-2	Способен совершенствовать и реализовывать новые математические методы решения прикладных задач
ОПК-3	Способен разрабатывать математические модели и проводить их анализ при решении

Шифр	Наименование
	задач в области профессиональной деятельности
ОПК-4	Способен комбинировать и адаптировать существующие информационно-коммуникационные технологии для решения задач в области профессиональной деятельности с учетом требований информационной безопасности
<b>- профессиональными компетенциями (ПК):</b>	
Шифр	Наименование
ПК-1	Способен проводить научные исследования и получать новые научные и прикладные результаты самостоятельно и в составе научного коллектива
ПК-2	Способен разрабатывать и анализировать концептуальные и теоретические модели решаемых проблем и задач в научной и проектной деятельности
ПК-3	Способен разрабатывать и применять математические методы, системное и прикладное программное обеспечение для решения задач научной и проектно-технологической деятельности
ПК-4	Способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий, в том числе отечественного производителя, и с учетом основных требований информационной безопасности
ПК-5	Способен разрабатывать аналитические обзоры состояния области прикладной математики и информационных технологий
ПК-6	Способен проводить работы по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований в области экологических и экономических процессов и явлений
ПК-7	Способен принимать эффективные проектные решения в условиях неопределенности и риска
ПК-8	Способен осознавать корпоративную политику в области повышения социальной ответственности бизнеса перед обществом, принимать участие в ее развитии
ПК-9	Способен преподавать математических дисциплин и информатики в общеобразовательных организациях, профессиональных образовательных организациях и образовательных организациях высшего образования
ПК-10	Способен разрабатывать учебно-методические комплексы для электронного обучения

### 3. СОСТАВ ГИА

ГИА может проводиться как в очном формате (обучающиеся и государственная экзаменационная комиссия во время проведения ГИА находятся в РУДН), так и с использованием дистанционных образовательных технологий (ДОТ), доступных в Электронной информационно-образовательной среде РУДН (ЭИОС).

Порядок проведения ГИА в очном формате или с использованием (ДОТ) регламентируется соответствующим локальным нормативным актом РУДН.

ГИА по ОП ВО «Моделирование и прогнозирование процессов в экологии и экономике» включает в себя:

- государственный экзамен (ГЭ);
- защиту выпускной квалификационной работы (ВКР).

### 4. ПРОГРАММА ГЭ

Объем ГЭ по ОП ВО составляет 3 зачетные единицы.

Государственный экзамен проводится по одной или нескольким дисциплинам и (модулям) ОП ВО, результаты освоения которых имеют определяющее значение для профессиональной деятельности выпускников.

Объем ГЭ по ОП ВО составляет 3 зачетные единицы.

Государственный экзамен проводится по одной или нескольким дисциплинам и (модулям) ОП ВО, результаты освоения которых имеют определяющее значение для профессиональной деятельности

выпускников.

Государственный экзамен проводится в два этапа:

Первый этап – оценка уровня теоретической подготовки выпускника в форме компьютерного тестирования с использованием средств, доступных в Электронной информационно-образовательной среде РУДН (ЭИОС);

Второй этап – оценка подготовки выпускника к будущей профессиональной деятельности в форме письменного ответа на вопросы экзаменационного билета.

Для подготовки обучающихся к сдаче ГЭ руководитель ОП ВО (не позднее чем за один календарный месяц до начала ГИА) обязан ознакомить обучающихся выпускного курса с настоящей программой ГИА, исчерпывающим перечнем теоретических вопросов, включаемых в ГЭ, примерами производственных ситуационных задач (кейсов), которые необходимо будет решить в процессе прохождения аттестационного испытания, а также с порядком проведения каждого из этапов ГЭ и методикой оценивания его результатов (с оценочными материалами). Перед ГЭ проводится обязательное консультирование обучающихся по вопросам и задачам, включенным в программу ГЭ (предэкзаменационная консультация).

Порядок проведения компьютерного тестирования в рамках ГИА следующий:

- 1) Студент в назначенное время приходит в компьютерный класс;
- 2) Ему дается тест из 50 вопросов на 60 минут.

Порядок проведения второго этапа ГЭ следующий:

- 1) Студент в назначенное время приходит на экзамен, выбирает билет, состоящий из 3 вопросов;
- 2) Готовится и отвечает письменно на вопросы.

Оценивание результатов ГЭ проводится в соответствии с методикой, изложенной в оценочных материалах к программе ГИА, разрабатываемых выпускающим БУП и размещаемых в ТУИС до начала учебного года выпускного курса.

Примерный перечень вопросов, выносимых на государственный экзамен, включает:

1. Вариационный метод моделирования и его применение в экологии и экономике.
2. Задачи оптимального управления и их применение в экологии и экономике.
3. Ошибки в статистических оценках: систематические и случайные ошибки, неустраняемые ошибки из-за некорректности сбора данных, неопределённость измерений.
4. Общие принципы проверки статистических гипотез в экологии и экономике. Ошибки первого и второго рода.
5. Критерии согласия и их применение.
6. Двухвыборочные критерии различия.
7. Многовыборочные критерии различия.
8. Методы выявления и обработки выбросов (аномальных наблюдений).
9. Корреляционный анализ: коэффициент корреляции Пирсона, ранговые коэффициенты.
10. Парная регрессия. Линейное уравнение регрессии. Корреляция, регрессия, эластичность.
11. Предпосылки метода наименьших квадратов. Теорема Гаусса–Маркова.
12. Проверка статистической значимости коэффициентов парной регрессии. Доверительные интервалы.
13. Прогноз по уравнению линейной парной регрессии: точечный и интервальный. Точность аппроксимации.
14. Оценка точности и качества модели множественной регрессии: скорректированный коэффициент детерминации, F-тест, информационные критерии AIC/BIC, анализ остатков.
15. Модель множественной регрессии. Отбор факторов. Мультиколлинеарность: диагностика и методы устранения.
16. Анализ случайных остатков в регрессионных моделях: гомоскедастичность, гетероскедастичность, автокорреляция.
17. Фиктивные переменные в уравнениях регрессии: ввод, интерпретация, применение.
18. Динамические (временные) ряды: классификация, задачи, особенности

анализа.

19. Изолированные динамические ряды: задачи моделирования, виды моделей (аддитивные, мультипликативные).
20. Автокорреляционная функция и её анализ. Частная автокорреляционная функция.
21. Методы выделения тренда изолированного динамического ряда.
22. Моделирование периодических колебаний временного ряда. Сезонность.
23. Особенности регрессионных моделей по временным рядам. Включение фактора времени.
24. Модели с распределёнными лагами: структура, оценка параметров, интерпретация.
25. Модели авторегрессии (AR, ARMA, ARIMA). Идентификация порядка.
26. Продвинутое инструменты статистического анализа в MS Excel: Пакет анализа, статистические функции. Возможности и ограничения Excel для эколого-экономического моделирования.
27. Библиотека Pandas для анализа данных в Python: структуры Series и DataFrame, операции с пропусками, фильтрация.
28. Библиотека NumPy: многомерные массивы, векторные операции, линейная алгебра, генерация случайных данных.
29. Визуализация данных в Python с помощью Matplotlib и Seaborn: типы графиков, настройка, применение для эколого-экономических данных.
30. Подпрограммы в Python: определение функций, формальные и фактические параметры, способы передачи аргументов.
31. Локальные и глобальные переменные в Python. Области видимости. Рекурсия.
32. Базовые типы данных Python: числа, строки, булевы значения. Операции с ними.
33. Коллекции в Python: списки, кортежи, словари, множества. Основные методы и приёмы работы.
34. Управляющие конструкции в Python: условный оператор, циклы, обработка исключений.
35. Основные принципы объектно-ориентированного программирования (классы, объекты, наследование, полиморфизм, инкапсуляция).
36. Основные понятия структурного программирования (последовательность, ветвление, цикл, подпрограммы).
37. Вычислительный эксперимент: сущность, роль в науке и технике. Этапы планирования и проведения.
38. Классификация вычислительных экспериментов: детерминированные и стохастические, пассивные и активные.
39. Имитационные и аналитические модели: отличия, области применения. Примеры в экологии и экономике.
40. Структура имитационной модели по Дж. Форрестеру: уровни, потоки, темпы. Пример модели.
41. Численные методы поиска экстремумов функций одномерной и многомерной оптимизации (метод золотого сечения, градиентные методы).
42. Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений: методы Эйлера, Рунге–Кутты, Адамса.
43. Транспортная задача линейного программирования: постановка, методы решения (распределительный метод, метод потенциалов).
44. Двойственные задачи линейного программирования: построение, свойства двойственных оценок.
45. Классификация игр (кооперативные/некооперативные, антагонистические/неантагонистические, конечные/бесконечные).
46. Игры с природой: критерии принятия решений (Вальда, Сэвиджа, Гурвица, Лапласа).
47. Антагонистические игры: чистые и смешанные стратегии. Седловая точка.
48. Сведение матричной антагонистической игры к задаче линейного программирования.
49. Методы решения матричных игр: графический, итерационный, симплекс-методом.
50. Биматричные игры (неантагонистические): равновесие по Нэшу, методы нахождения.
51. Линейное программирование: геометрическая интерпретация, симплекс-метод (алгоритм, табличная реализация).
52. Задачи целочисленного программирования: постановка, примеры. Методы отсечения (метод Гомори).
53. Динамическое программирование: принцип оптимальности Беллмана. Уравнение Беллмана.
54. Принцип поэтапного построения оптимального управления в задачах динамического программирования (обратная и прямая прогонка).
55. Нелинейное программирование: характеристика задач, условия оптимальности (множители Лагранжа, условия

Куна–Таккера).

56. Методы численного решения нелинейных уравнений: дихотомия, метод Ньютона, метод простой итерации.
57. Вычислительные погрешности: абсолютные и относительные, погрешности округления, погрешности методов. Устойчивость алгоритмов.
58. Интерполирование функций: интерполяционный многочлен Лагранжа, схема Эйткена. Интерполирование сплайнами.
59. Итерационные методы решения систем линейных алгебраических уравнений (метод Якоби, метод Зейделя, метод релаксации).
60. Многокритериальные задачи оптимизации: принципы оптимальности (Парето, Слейтер), методы свертки, метод идеальной точки.
61. Понятие ориентированного графа. Матрица смежности. Взвешенные графы.
62. Моделирование больших систем при помощи взвешенных ориентированных графов. Импульсный процесс.
63. Знаковые графы: понятие, сбалансированность группы (теорема Харари). Применение в социально-экономических системах.
64. Модели группового принятия решений: правила большинства, Борда, Копленда, метод анализа иерархий.
65. Производственные функции: виды (Кобба–Дугласа, CES, Леонтьева), свойства, экономическая интерпретация.
66. Эластичность в экономике: точечная и дуговая. Эластичность спроса по цене, доходу, перекрёстная. Применение.
67. Функции полезности, кривые безразличия, бюджетная линия. Оптимум потребителя. Функции спроса.
68. Модели общего экономического равновесия (модель Вальраса, модель Эрроу–Дебре).
69. Балансовая модель Леонтьева (межотраслевой баланс): продуктивность, матрица коэффициентов прямых затрат, матрица полных затрат.
70. Динамические модели экономики (модель Солоу, модель Харрода–Домара).
71. Экономико-математическая классификация природных ресурсов: учёт истощимости, возобновимости, пространственного распределения, рентные оценки, модели оптимального изъятия ресурса.
72. Математические модели радиоуглеродного датирования: уравнение радиоактивного распада, калибровочные кривые, байесовские методы оценки возраста, применение в палеоэкологии и климатических реконструкциях.
73. Методы оценки выбросов парниковых газов: расчётные и инструментальные методы. Коэффициенты выбросов.
74. Методы оценки поглощений парниковых газов (углеродные пулы, лесные экосистемы, почвы).
75. Подходы к оценке рисков в экологическом проектировании (качественная, полуколичественная, вероятностная).
76. Модели популяционной динамики (Мальтуса, Ферхюльста (логистическая), Лотки–Вольтерры).
77. Модели межвидовой конкуренции: модель Лотки–Вольтерры для двух конкурирующих видов. Принцип Гаузе.
78. Природные системы как объект управления. Особенности моделирования природно-техногенных систем.
79. Базовые модели распространения загрязняющих веществ в атмосфере (Гауссовский факел, модель «пуфф»).
80. Лесные ресурсы и биоэкономика: модели управления лесопользованием, оценка углеродного баланса лесов.
81. Нормирование и мониторинг окружающей среды как основа для выработки прогнозов. Концепция приемлемого риска.
82. Индикаторы состояния экосистем и компонентов техносферы (экологические, экономические, социальные).
83. Типовые модели рассеивания загрязнений в атмосфере и водной среде: возможности, ограничения, точность.
84. Загрязнение поверхностных вод. Моделирование распространения примесей (конвекция, диффузия, адвекция). Прямая и обратная задачи.
85. Особенности почв как объекта загрязнения. Виды моделируемых процессов: миграция, сорбция,

деградация.

86. Специфика углеводородного загрязнения: модели распространения нефтепродуктов в почве и воде.

87. Биоресурсы: учёт состояния биоты в моделях оценки состояния окружающей среды (биоиндикация, биомониторинг).

88. Моделирование выбросов парниковых газов в энергетическом секторе: методы, уровни детализации.

89. Моделирование поглощения парниковых газов в землепользовании и лесном хозяйстве (методики МГЭИК).

90. Типы математических моделей, применяемых для прогнозирования климата: общие циркуляции, региональные модели. Примеры.

91. Методы решения некорректных обратных задач в экологическом моделировании (регуляризация Тихонова).

92. Экономико-математические модели управления качеством окружающей среды: плата за выбросы, квоты, торговля разрешениями.

93. Моделирование влияния климатических изменений на сельское хозяйство: агрометеорологические модели, модели урожайности.

94. Методы кластеризации в эколого-экономических задачах (k-средних, иерархическая кластеризация, DBSCAN).

95. Методы понижения размерности (главные компоненты, факторный анализ) для анализа многомерных эколого-экономических данных.

96. Моделирование рисков на основе теоретико-вероятностных распределений (нормальное, логнормальное, распределение Парето) в экологии.

97. Имитационное моделирование систем массового обслуживания применительно к природоохранным и экономическим процессам (очереди, управление отходами, транспортные потоки).

98. Численное интегрирование в экологических задачах: квадратурные формулы прямоугольников, трапеций, Симпсона; оценка погрешности.

99. Методы численного решения обыкновенных дифференциальных уравнений (явные и неявные схемы, устойчивость) для моделирования динамики популяций и химических реакций в окружающей среде.

Оценивание результатов ГЭ проводится в соответствии с методикой, изложенной в оценочных материалах к программе ГИА, разрабатываемых выпускающим БУП и размещаемых в ТУИС до начала учебного года выпускного курса.

## **5. ТРЕБОВАНИЯ К ВКР И ПОРЯДОК ЕЁ ЗАЩИТЫ**

Объем ВКР по ОП ВО составляет 9 зачетных единиц.

ВКР представляет собой выполненную обучающимся (несколькими обучающимися совместно) работу, демонстрирующую уровень подготовленности выпускника к самостоятельной профессиональной деятельности.

Перечень тем выпускных квалификационных работ, предлагаемых обучающимся к выполнению, утверждается распоряжением руководителя ОУП, реализующего ОП ВО, и доводится руководителем программы до сведения обучающихся выпускного курса не позднее чем за 6 месяцев до даты начала ГИА.

Допускается подготовка и защита ВКР по теме, предложенной обучающимся (обучающимися), в установленном порядке.

К защите ВКР допускается обучающийся, сдавший ГЭ.

К защите допускается только полностью законченная ВКР, подписанная выпускником (выпускниками), её выполнившим, руководителем, консультантом (при наличии), руководителем выпускающего БУП и ОУП, прошедшая процедуру внешнего рецензирования (для магистратуры и специалитета обязательно) и проверку на объём заимствований (в системе «Антиплагиат»). К ВКР, допущенной до защиты, в обязательном порядке прикладывается отзыв руководителя о работе выпускника при подготовке ВКР.

С целью выявления и своевременного устранения недостатков в структуре, содержании и оформлении ВКР, не позднее чем за 14 дней до даты её защиты, проводится репетиция защиты

обучающимися своей работы (предзащита) в присутствии руководителя ВКР и других преподавателей выпускающего БУП.

Защита ВКР проводится на открытом заседании государственной экзаменационной комиссии (ГЭК).

Аттестационное испытание проводится в виде устного доклада обучающихся с обязательной мультимедийной (графической) презентацией, отражающей основное содержание ВКР.

По завершению доклада защищающиеся дают устные ответы на вопросы, возникшие у членов ГЭК по тематике, структуре, содержанию или оформлению ВКР и профилю ОП ВО. Доклад и/или ответы на вопросы членов ГЭК могут быть на иностранном языке.

Этапы выполнения ВКР, требования к структуре, объему, содержанию и оформлению, а также перечень обязательных и рекомендуемых документов, представляемых к защите указаны в соответствующих методических указаниях.

Оценивание результатов ВКР проводится в соответствии с методикой, изложенной в оценочных материалах к программе ГИА, разрабатываемых выпускающим БУП и размещаемых в ТУИС до начала учебного года выпускного курса.

## **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОВЕДЕНИЯ ГИА**

1. Лекционная аудитория: аудитория для проведения занятий лекционного типа, оснащенная комплектом специализированной мебели; доской (экраном) и техническими средствами мультимедиа презентаций.

Специализированное учебное/лабораторное оборудование, ПО и материалы для освоения дисциплины Комплект специализированной мебели; доска меловая; технические средства: системный блок HP PRO, монитор HP-V2072A, выдвижной проекционный экран LUMIEN, имеется выход в интернет. Microsoft Windows 7 корпоративная. Лицензия № 5190227, дата выдачи 16.03.2010 г. MS Office 2007 Prof, Лицензия № 6842818, дата выдачи 07.09.2009.

2. Семинарская аудитория: аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная комплектом специализированной мебели и техническими средствами мультимедиа презентаций.

Специализированное учебное/лабораторное оборудование, ПО и материалы для освоения дисциплины: комплект специализированной мебели; доска меловая; технические средства: системный блок HP PRO, монитор HP-V2072A, выдвижной проекционный экран LUMIEN, имеется выход в интернет. Microsoft Windows 7 корпоративная. Лицензия № 5190227, дата выдачи 16.03.2010 г. MS Office 2007 Prof, Лицензия № 6842818, дата выдачи 07.09.2009.

3. Для самостоятельной работы обучающихся: аудитория для самостоятельной работы обучающихся (может использоваться для проведения семинарских занятий и консультаций), оснащенная комплектом специализированной мебели и компьютерами с доступом в ЭИОС.

Специализированное учебное/лабораторное оборудование, ПО и материалы для освоения дисциплины: комплект специализированной мебели; доска меловая; технические средства: системный блок HP PRO, монитор HP-V2072A, выдвижной проекционный экран LUMIEN, имеется выход в интернет. Microsoft Windows 7 корпоративная. Лицензия № 5190227, дата выдачи 16.03.2010 г. MS Office 2007 Prof, Лицензия № 6842818, дата выдачи 07.09.2009.

## **7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ГИА**

*Основная литература:*

1. Пинаев В.Е., Хаустов А. П., Редина М. М., Ледащева Т. Н., Коробова О. С., Силаева П. Ю. Экологическое проектирование и риск-анализ. Изд.32-е, испр. и доп. — М.: РУДН, 2022.

2. Ибрагимов, А. Г. Управление природопользованием : учебник для вузов / А. Г. Ибрагимов, Н. Г. Платоновский. — Москва : Издательство Юрайт, 2026. — 151 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-15219-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/589041> (дата обращения: 22.03.2026).

3. Хаустов, А. П. Нормирование и снижение загрязнения окружающей среды : учебник и практикум для вузов / А. П. Хаустов, М. М. Редина. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2026. — 454 с.

4. Иванов, Б. Н. Дискретная математика и теория графов : учебное пособие для вузов / Б. Н. Иванов. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 177 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-14470-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/544302>

5. Непрерывные математические модели, Орел Евгений Николаевич, Орел Ольга Евгеньевна, 2026

6. Толпегин, О. А. Математическое программирование. Вариационное исчисление : учебное пособие для вузов / О. А. Толпегин. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 233 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-11755-4

7. Ващалова, Т. В. Устойчивое развитие : учебное пособие для вузов / Т. В. Ващалова. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 186 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07850-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/472536>

8. Светуных, И. С. Методы социально-экономического прогнозирования в 2 т. Т. 1 теория и методология : учебник и практикум для вузов / И. С. Светуных, С. Г. Светуных. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 351 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-02801-0.

9. Светуных, И. С. Методы социально-экономического прогнозирования в 2 т. Т. 2 модели и методы : учебник и практикум для вузов / И. С. Светуных, С. Г. Светуных. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 447 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-02804-1

10. Набатова, Д. С. Математические и инструментальные методы поддержки принятия решений : учебник и практикум для вузов / Д. С. Набатова. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 292 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-02699-3.

11. Челноков, А. Ю. Теория игр : учебник и практикум для вузов / А. Ю. Челноков. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 223 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00233-1

12. Берикашвили, В. Ш. Статистическая обработка данных, планирование эксперимента и случайные процессы : учебное пособие для вузов / В. Ш. Берикашвили, С. П. Оськин. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 164 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-09216-5.

13. Боев, В. Д. Имитационное моделирование систем : учебное пособие для вузов / В. Д. Боев. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 253 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-04734-9.

14. Демидова, О. А. Эконометрика : учебник и практикум для среднего профессионального образования / О. А. Демидова, Д. И. Малахов. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 334 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-13226-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/54362>

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

#### *Дополнительная литература:*

1. Каргин, Н. Н. Методология научных исследований : учебник / Н.Н. Каргин, С.И. Изаак. — Москва : ИНФРА-М, 2024. — 259 с. — (Высшее образование: Магистратура). — DOI 10.12737/1882577. - ISBN 978-5-16-017831-8. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2128046>

2. Воробейчиков С.Э. Математическое моделирование экстремальных событий в актуарной и финансовой математике. Издательский Дом Томского государственного университета, 2014. 75 с. – URL:

3. Обыкновенные дифференциальные уравнения: Задачи и примеры с подробными решениями | Краснов Михаил Леонтьевич, Киселев Александр Иванович, 2025

4. 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.

5. Дуплякин, В.М. Исследование операций. Теория игр [Электронный ресурс]: мультимед. уч. пособие / В. М. Дуплякин; Минобрнауки России, Самар. гос. аэрокосм. ун-т им. С. П. Королёва (нац. исслед. нн.т). – Электрон. текстовые и граф. дан. (31,7 Мбайт). –Самара, 2012

6. Доугерти К. Введение в эконометрику. М: Инфра-М, 2016 - 402 с. ISBN: 5-86225-458-7

7. Свердлов С.З. Языки программирования и методы трансляции. Учебное пособие для вузов. М.: "Лань", 2021 - 564 с. ISBN: 978-5-507-48776-9

8. Основы алгоритмизации и программирования на Python : учеб. пособие / С.Р. Гуриков., М. : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2018. 343 с. Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=924699>

9. Бахвалов Н.С. Численные методы [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Н.С. Бахвалов, Н.П. Жидков, Г.М. Кобельков. - Электрон. дан. - Москва : Издательство 'Лаборатория знаний', 2020. - 639 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/70767>

*Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:*

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

- ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <http://www.biblioclub.ru>
- ЭБС Юрайт <http://www.biblio-online.ru>
- ЭБС «Консультант студента» [www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru)
- ЭБС «Лань» <http://e.lanbook.com/>

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.elsevier.com/locate/scopus/>

*Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся при подготовке к сдаче ГЭ и/или выполнении ВКР и подготовке работы к защите \*:*

1. Методические указания по выполнению и оформлению ВКР по ОП ВО «Моделирование и прогнозирование процессов в экологии и экономике».

2. Порядок проверки ВКР на объём заимствований в системе «Антиплагиат».

3. Порядок проведения ГИА по ОП ВО «Моделирование и прогнозирование процессов в экологии и экономике» с использованием ДОТ, в т.ч. процедура идентификации личности выпускника.

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

**РУКОВОДИТЕЛЬ БУП**

Заведующий кафедрой

---

Должность

**РУКОВОДИТЕЛЬ ОП ВО**

Доцент

---

Должность

Савенкова Е.В.

---

Фамилия И.О

Ледащева Т.Н.

---

Фамилия И.О