Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Макаренко Елена Николаевна
Должность: Ректор
Дата подписания: 30.08.2026 11:11:35
Уникальный программный ключ:
c098bc0c1041cb2a4cf926cf171d6715d99a6ae00adc8e27b55cbe1e2dbd7c78

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Ростовский государственный экономический университет (РИНХ)»

УТВЕРЖДАЮ
Начальник
учебно-методического управления
Т.К. Платонова
«25» мая 2026 г.

**Рабочая программа дисциплины**
**Исследование операций в неопределенных условиях**

Направление подготовки
02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии

Направленность (профиль) программы бакалавриата
02.03.02.01 Теоретические основы информатики и компьютерные науки

Для набора 2026 года

Квалификация
Бакалавр

КАФЕДРА **Прикладная математика и технологии искусственного интеллекта**

**Распределение часов дисциплины по семестрам / курсам**

| Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>) | **3 (2.1)** | | Итого | |
|---|---|---|---|---|
| Недель | 16 4/6 | | | |
| Вид занятий | УП | РП | УП | РП |
| Лекции | 32 | 32 | 32 | 32 |
| Лабораторные | 32 | 32 | 32 | 32 |
| Итого ауд. | 64 | 64 | 64 | 64 |
| Контактная работа | 64 | 64 | 64 | 64 |
| Сам. работа | 44 | 44 | 44 | 44 |
| Часы на контроль | 36 | 36 | 36 | 36 |
| Итого | 144 | 144 | 144 | 144 |

## ОСНОВАНИЕ

Учебный план утвержден учёным советом Университета (протокол № 9 от 03.03.2026 г.).

Программу составил(и): к.ф.-м.н., доцент, Чувенков Анатолий Федорович

Зав. кафедрой: д.э.н., доцент Ю.Г. Чернышева

Методический совет: д.э.н., профессор Е.Н. Тищенко

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

| | |
|---|---|
| 1.1 | применение на практике эффективных методов решения новых экстремальных задач, связанных с оптимизацией принимаемых решений в неопределенных стохастических условиях в экономике, технике и других сферах деятельности |

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**ОПК-5. Способен инсталлировать и сопровождать программное обеспечение информационных систем и баз данных, в том числе отечественного происхождения, с учетом информационной безопасности**

**ОПК-4. Способен участвовать в разработке технической документации программных продуктов и комплексов с использованием стандартов, норм и правил, а также в управлении проектами создания информационных систем на стадиях жизненного цикла**

**ОПК-2. Способен применять компьютерные/суперкомпьютерные методы, современное программное обеспечение, в том числе отечественного происхождения, для решения задач профессиональной деятельности**

**ОПК-1. Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности**

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен:**

**Знать:**

- основные модели прикладной математики (соотнесено с индикатором ОПК-1.1)
- методы исследования операций, способы оптимизации передачи данных и способы обеспечения безопасности в сетях (соотнесено с индикатором ОПК-2.1)
- стандарты, нормы и правила разработки технической документации (соотнесено с индикатором ОПК-4.1)
- основы алгоритмизации и программирования, математических, информационных и имитационных моделей, информационных ресурсов глобальных сетей, баз данных (соотнесено с индикатором ОПК-5.1)

**Уметь:**

- применять основные модели прикладной математики и информационные технологии к решению экономических задач (соотнесено с индикатором ОПК-1.2)
- при решении задач выбирать и использовать современные информационные технологии (соотнесено с индикатором ОПК-2.2)
- разрабатывать техническую документацию к программным продуктам (соотнесено с индикатором ОПК-4.2)
- применять математические, информационные и имитационные модели (соотнесено с индикатором ОПК-5.2)

**Владеть:**

- методологией получения новых научных результатов, организации научно-исследовательских проектов в соответствии с профилем объекта производственной деятельности (соотнесено с индикатором ОПК-1.3)
- методами исследования операций, способами и средствами получения, переработки информации для решения практических задач (соотнесено с индикатором ОПК-2.3)
- навыками разработки технической документации программного обеспечения (соотнесено с индикатором ОПК-4.3)
- навыками сопровождения программного обеспечения и баз данных (соотнесено с индикатором ОПК-5.3)

## 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Раздел 1. Математическое программирование

| № | Наименование темы, краткое содержание | Вид занятия / работы / форма ПА | Семестр / Курс | Количество часов | Компетенции |
|---|---|---|---|---|---|
| 1.1 | Тема "Теоретические основы моделей и методов линейного программирования (ЛП)"<br>Значение методов и моделей ЛП в процессе подготовки и принятия решений. Постановка задач ЛП. Графический метод решения; базисные решения. Связь с угловыми решениями исходной задачи ЛП.<br>Перемещение от одного базисного решения к другому. Эквивалентные преобразования. Преодоление зацикливания. Симплекс-метод для задачи ЛП. | Лекционные занятия | 3 | 2 | ОПК-5<br>ОПК-4<br>ОПК-2<br>ОПК-1 |
| 1.2 | Тема "Теоретические основы моделей и методов математического программирования (МП)"<br>Нелинейное; многокритериальное; целевое; многоуровневое; динамическое программирование.<br>Задача целочисленного программирования и ее решение методами ветвей и границ. | Лекционные занятия | 3 | 4 | ОПК-5<br>ОПК-4<br>ОПК-2<br>ОПК-1 |
| 1.3 | Лабораторная работа №1. Моделирование и решение детерминированных задач линейного программирования<br>Выполнение лабораторных заданий на языке Python. Подготовка отчетов к лабораторным заданиям с использованием средств пакета | Лабораторные занятия | 3 | 4 | ОПК-5<br>ОПК-4<br>ОПК-2<br>ОПК-1 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | LibreOffice | | | | |
| 1.4 | Лабораторная работа №2. Моделирование и решение детерминированных задач нелинейного программирования. Выполнение лабораторных заданий на языке Python. Подготовка отчетов к лабораторным заданиям с использованием средств пакета LibreOffice | Лабораторные занятия | 3 | 4 | ОПК-5 ОПК-4 ОПК-2 ОПК-1 |
| 1.5 | Построение линейных моделей оптимизации. Повторение основных определений теории систем линейных уравнений и методов решения. Базисное решение. Алгоритм симплексного метода. Подготовка к лабораторным занятиям | Самостоятельная работа | 3 | 4 | ОПК-5 ОПК-4 ОПК-2 ОПК-1 |
| 1.6 | Построение нелинейных, многокритериальных, целевых, целочисленных, динамических моделей оптимизации. Подготовка к лабораторным занятиям. | Самостоятельная работа | 3 | 8 | ОПК-5 ОПК-4 ОПК-2 ОПК-1 |

**Раздел 2. Статистическое моделирование**

| № | Наименование темы, краткое содержание | Вид занятия / работы / форма ПА | Семестр / Курс | Количество часов | Компетенции |
|---|---|---|---|---|---|
| 2.1 | Тема "Случайные величины и их функции распределения". Случайные величины и их функции распределения. Оператор математического ожидания. Закон больших чисел. | Лекционные занятия | 3 | 2 | ОПК-5 ОПК-4 ОПК-2 ОПК-1 |
| 2.2 | Тема "Получение случайных чисел" Получение случайных чисел. Статистическое моделирование значений случайных величин, имеющих известную функцию распределения. Вычисление стохастического интеграла. | Лекционные занятия | 3 | 2 | ОПК-5 ОПК-4 ОПК-2 ОПК-1 |
| 2.3 | Лабораторная работа №3. Применение машинного обучения для моделирования эмпирической функции распределения случайной величины. Выполнение лабораторных заданий на языке Python. Подготовка отчетов к лабораторным заданиям с использованием средств пакета LibreOffice | Лабораторные занятия | 3 | 4 | ОПК-5 ОПК-4 ОПК-2 ОПК-1 |
| 2.4 | Лабораторная работа №4. Статистическое моделирование. Метод Монте-Карло вычисления стохастического интеграла. Выполнение лабораторных заданий на языке Python. Подготовка отчетов к лабораторным заданиям с использованием средств пакета LibreOffice | Лабораторные занятия | 3 | 4 | ОПК-5 ОПК-4 ОПК-2 ОПК-1 |
| 2.5 | Функции распределения основных случайных величин. Оптимистические и пессимистические значения случайной величины. Подготовка к лабораторным занятиям. | Самостоятельная работа | 3 | 4 | ОПК-5 ОПК-4 ОПК-2 ОПК-1 |
| 2.6 | Закон больших чисел. Метод Монте-Карло вычисления площадей фигур и объемов тел. Подготовка к лабораторным занятиям. | Самостоятельная работа | 3 | 4 | ОПК-5 ОПК-4 ОПК-2 ОПК-1 |

**Раздел 3. Нейронные сети**

| № | Наименование темы, краткое содержание | Вид занятия / работы / форма ПА | Семестр / Курс | Количество часов | Компетенции |
|---|---|---|---|---|---|
| 3.1 | Тема "Многослойная сеть прямого распространения" Определение структуры сети. Аппроксимация функций. Точность приближения: алгоритм обратного распространения ошибки | Лекционные занятия | 3 | 2 | ОПК-5 ОПК-4 ОПК-2 ОПК-1 |
| 3.2 | Лабораторная работа №5. Аппроксимация нейронными сетями непрерывных функций. Выполнение лабораторных заданий на языке Python. Подготовка отчетов к лабораторным заданиям с использованием средств пакета LibreOffice | Лабораторные занятия | 3 | 4 | ОПК-5 ОПК-4 ОПК-2 ОПК-1 |
| 3.3 | Нейронные сети. Подготовка к лабораторным занятиям | Самостоятельная работа | 3 | 4 | ОПК-5 ОПК-4 ОПК-2 ОПК-1 |

**Раздел 4. Генетические алгоритмы**

| № | Наименование темы, краткое содержание | Вид занятия / работы / форма ПА | Семестр / Курс | Количество часов | Компетенции |
|---|---|---|---|---|---|
| 4.1 | Тема "Представление решений задачи оптимизации хромосомами" Размер популяции. Функция оценки и процесс отбора. | Лекционные занятия | 3 | 2 | ОПК-5 ОПК-4 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | ОПК-2<br>ОПК-1 |
| 4.2 | Тема "Операции кроссинговера (скрещивания) и мутации"<br>Процедура генетического алгоритма. Обучение нейронных сетей с помощью генетических алгоритмов. | Лекционные занятия | 3 | 2 | ОПК-5<br>ОПК-4<br>ОПК-2<br>ОПК-1 |
| 4.3 | Генетические алгоритмы. Подготовка к лабораторным занятиям | Самостоятельная работа | 3 | 4 | ОПК-5<br>ОПК-4<br>ОПК-2<br>ОПК-1 |

**Раздел 5. Стохастические модели математического ожидания (EVM-модели)**

| № | Наименование темы, краткое содержание | Вид занятия / работы / форма ПА | Семестр / Курс | Количество часов | Компетенции |
|---|---|---|---|---|---|
| 5.1 | Тема "Основные стохастические модели математического ожидания в общей постановке"<br>Стохастические модели математического ожидания: общая постановка. Теорема выпуклости. | Лекционные занятия | 3 | 2 | ОПК-5<br>ОПК-4<br>ОПК-2<br>ОПК-1 |
| 5.2 | Тема "Гибридный алгоритм для решения EVM-задач"<br>Гибридный алгоритм, построенный на основе нейронных сетей, статистического моделирования и генетических алгоритмов для решения EVM-задач. Примеры | Лекционные занятия | 3 | 2 | ОПК-5<br>ОПК-4<br>ОПК-2<br>ОПК-1 |
| 5.3 | Лабораторная работа №6. Моделирование и решение стохастических EVM-задач.<br>Выполнение лабораторных заданий на языке Python. Подготовка отчетов к лабораторным заданиям с использованием средств пакета LibreOffice | Лабораторные занятия | 3 | 4 | ОПК-5<br>ОПК-4<br>ОПК-2<br>ОПК-1 |
| 5.4 | Стохастические модели математического ожидания. Подготовка к лабораторным занятиям. | Самостоятельная работа | 3 | 4 | ОПК-5<br>ОПК-4<br>ОПК-2<br>ОПК-1 |

**Раздел 6. Стохастические модели с вероятностными ограничениями (CCP-модели)**

| № | Наименование темы, краткое содержание | Вид занятия / работы / форма ПА | Семестр / Курс | Количество часов | Компетенции |
|---|---|---|---|---|---|
| 6.1 | Тема "Основные стохастические модели с вероятностными ограничениями в общей постановке"<br>Основные стохастические модели с вероятностными ограничениями в общей постановке | Лекционные занятия | 3 | 2 | ОПК-5<br>ОПК-4<br>ОПК-2<br>ОПК-1 |
| 6.2 | Тема "Основные варианты стохастических моделей с вероятностными ограничениями"<br>Основные варианты стохастических моделей с вероятностными ограничениями | Лекционные занятия | 3 | 2 | ОПК-5<br>ОПК-4<br>ОПК-2<br>ОПК-1 |
| 6.3 | Тема "Гибридный алгоритм для решения CCP-задач"<br>Гибридный алгоритм, построенный на основе нейронных сетей, статистического моделирования и генетических алгоритмов для решения CCP-задач. Примеры. | Лекционные занятия | 3 | 2 | ОПК-5<br>ОПК-4<br>ОПК-2<br>ОПК-1 |
| 6.4 | Лабораторная работа №7. Моделирование и решение стохастических CCP-задач.<br>Выполнение лабораторных заданий на языке Python. Подготовка отчетов к лабораторным заданиям с использованием средств пакета LibreOffice | Лабораторные занятия | 3 | 4 | ОПК-5<br>ОПК-4<br>ОПК-2<br>ОПК-1 |
| 6.5 | Стохастические модели с вероятностными ограничениями. Подготовка к лабораторным занятиям. | Самостоятельная работа | 3 | 6 | ОПК-5<br>ОПК-4<br>ОПК-2<br>ОПК-1 |

**Раздел 7. Стохастические модели событийного программирования (DCP-модели)**

| № | Наименование темы, краткое содержание | Вид занятия / работы / форма ПА | Семестр / Курс | Количество часов | Компетенции |
|---|---|---|---|---|---|
| 7.1 | Тема "Неопределенная среда, вероятностная функция неопределенного события"<br>Неопределенная среда, вероятностная функция неопределенного события | Лекционные занятия | 3 | 2 | ОПК-5<br>ОПК-4<br>ОПК-2<br>ОПК-1 |
| 7.2 | Тема "Принцип неопределенности для решения оптимизационных задач в неопределенной среде"<br>Принцип неопределенности для решения оптимизационных задач в неопределенной среде | Лекционные занятия | 3 | 2 | ОПК-5<br>ОПК-4<br>ОПК-2<br>ОПК-1 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 7.3 | Тема "Гибридный алгоритм для решения DCP-задач"<br>Гибридный алгоритм, построенный на основе нейронных сетей, статистического моделирования и генетических алгоритмов для решения DCP-задач. Примеры. | Лекционные занятия | 3 | 2 | ОПК-5<br>ОПК-4<br>ОПК-2<br>ОПК-1 |
| 7.4 | Лабораторная работа №8. Моделирование и решение стохастических DCP-задач.<br>Выполнение лабораторных заданий на языке Python. Подготовка отчетов к лабораторным заданиям с использованием средств пакета LibreOffice | Лабораторные занятия | 3 | 4 | ОПК-5<br>ОПК-4<br>ОПК-2<br>ОПК-1 |
| 7.5 | Стохастические модели событийного программирования. Подготовка к лабораторным занятиям | Самостоятельная работа | 3 | 6 | ОПК-5<br>ОПК-4<br>ОПК-2<br>ОПК-1 |
| 7.6 | Подготовка к промежуточной аттестации | Экзамен | 3 | 36 | ОПК-5<br>ОПК-4<br>ОПК-2<br>ОПК-1 |

## 4. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Структура и содержание фонда оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации представлены в Приложении 1 к рабочей программе дисциплины.

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Учебные, научные и методические издания

| | Авторы, составители | Заглавие | Издательство, год | Библиотека / Количество |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Балюкевич, Э. Л., Алферова, З. В., Романников, А. Н. | Алгебра и теория чисел: учебное пособие | Москва: Евразийский открытый институт, 2011 | ЭБС «IPR SMART» |
| 2 | Чувенков А. Ф., Сахарова Л. В., Стрюков М. Б. | Математика: учебное пособие | Ростов-на-Дону: Издательско-полиграфический комплекс РГЭУ (РИНХ), 2019 | ЭБС «Университетская библиотека онлайн» |
| 3 | Горбатков, С. А., Фархиева, С. А., Белолипцев, И. И., Горбаткова, С. А. | Нейросетевые и нечеткие методы моделирования диагностики и прогнозирования банкротств корпораций: монография | Москва: Прометей, 2018 | ЭБС «IPR SMART» |
| 4 | | Студент. Аспирант. Исследователь: всероссийский научный журнал: журнал | Владивосток: Эксперт-Наука, 2020 | ЭБС «Университетская библиотека онлайн» |
| 5 | Белозерова Г. И., Скуднев Д. М., Кононова З. А. | Нечеткая логика и нейронные сети: учебное пособие | Липецк: Липецкий государственный педагогический университет им. П.П. Семенова-Тян-Шанского, 2017 | ЭБС «Университетская библиотека онлайн» |
| 6 | | Студент. Аспирант. Исследователь: всероссийский научный журнал: журнал | Владивосток: Эксперт-Наука, 2020 | ЭБС «Университетская библиотека онлайн» |

### 5.2. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

ИСС «Гарант» http://www.internet.garant.ru/

### 5.3. Перечень программного обеспечения

Операционная система РЕД ОС
LibreOffice
Python

### 5.4. Учебно-методические материалы для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости по заявлению обучающегося с ограниченными возможностями здоровья учебно-методические материалы предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям здоровья и восприятия информации. Для лиц с нарушениями зрения: в форме аудиофайла; в печатной форме увеличенным шрифтом. Для лиц с нарушениями слуха: в форме электронного документа; в печатной форме. Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата: в форме электронного документа; в печатной форме.

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Помещения для всех видов работ, предусмотренных учебным планом, укомплектованы необходимой специализированной учебной мебелью и техническими средствами обучения:
- столы, стулья;
- персональный компьютер / ноутбук (переносной);
- проектор;
- экран / интерактивная доска.

Лабораторные занятия проводятся в компьютерных классах, рабочие места в которых оборудованы необходимыми лицензионными и/или свободно распространяемыми программными средствами и выходом в Интернет, и/или в специализированных лабораториях, предусмотренных образовательной программой.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде.

## 7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Методические указания по освоению дисциплины представлены в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины.

Приложение 1

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания**

1.1. Показатели и критерии оценивания компетенций:

| ЗУН, составляющие компетенцию | Показатели оценивания | Критерии оценивания | Средства оценивания |
|---|---|---|---|
| ОПК-1: Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности | | | |
| Знать основные модели прикладной математики | формулирует и знает основные модели прикладной математики | полнота и содержательность ответа<br>умение приводить примеры | Вопросы к экзамену (1-20), задания (1-10), лабораторные задания (1-8) |
| Уметь применять основные модели прикладной математики и информационные технологии к решению экономических задач | отвечает на вопросы, применяет методы и знания для выполнения лабораторных заданий | полнота и содержательность ответа<br>умение приводить примеры<br>умение самостоятельно находить решение поставленных задач | Вопросы к экзамену (1-20), задания (1-10), лабораторные задания (1-8) |
| Владеть методологией получения новых научных результатов, организации научно-исследовательских проектов в соответствии с профилем объекта производственной деятельности | выполняет лабораторные задания, проводит анализ данных и их обработку с использованием методов и технологий искусственного интеллекта | полнота и содержательность ответа<br>умение приводить примеры<br>умение самостоятельно находить решение поставленных задач | Вопросы к экзамену (1-20), задания (1-10), лабораторные задания (1-8) |
| ОПК-2: Способен применять компьютерные/суперкомпьютерные методы, современное программное обеспечение, в том числе отечественного происхождения, для решения задач профессиональной деятельности | | | |
| Знать методы исследования операций, способы оптимизации передачи данных и способы обеспечения безопасности в сетях | формулирует и знает методы исследования операций, способы оптимизации | полнота и содержательность ответа<br>умение приводить примеры | Вопросы к экзамену (1-20), задания (1-10), лабораторные задания (1-8) |
| Уметь при решении задач выбирать и использовать современные информационные технологии | отвечает на вопросы, применяет методы и знания для выполнения лабораторных заданий | полнота и содержательность ответа<br>умение приводить примеры<br>умение самостоятельно находить решение поставленных задач | Вопросы к экзамену (1-20), задания (1-10), лабораторные задания (1-8) |
| Владеть методами исследования операций, способами и средствами получения, переработки информации для решения практических задач | выполняет лабораторные задания, проводит анализ данных и их обработку с использованием методов и технологий искусственного интеллекта | полнота и содержательность ответа<br>умение приводить примеры<br>умение самостоятельно находить решение поставленных задач | Вопросы к экзамену (1-20), задания (1-10), лабораторные задания (1-8) |
| ОПК-4: Способен участвовать в разработке технической документации программных продуктов и комплексов с использованием стандартов, норм и правил, а также в управлении проектами создания информационных систем на стадиях жизненного цикла | | | |
| Знать стандарты, нормы и правила разработки технической документации | формулирует и знает стандарты и нормы разработки технической документации | полнота и содержательность ответа<br>умение приводить примеры | Вопросы к экзамену (1-20), задания (1-10), лабораторные задания (1-8) |
| Уметь разрабатывать техническую документацию к программным продуктам | отвечает на вопросы, применяет методы и знания для выполнения лабораторных заданий | полнота и содержательность ответа<br>умение приводить примеры<br>умение самостоятельно находить решение поставленных задач | Вопросы к экзамену (1-20), задания (1-10), лабораторные задания (1-8) |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Владеть навыками разработки технической документации программного обеспечения | выполняет лабораторные задания, проводит анализ данных и их обработку с использованием методов и технологий искусственного интеллекта | полнота и содержательность ответа<br>умение приводить примеры<br>умение самостоятельно находить решение поставленных задач | Вопросы к экзамену (1-20), задания (1-10), лабораторные задания (1-8) |
| ОПК-5: Способен инсталлировать и сопровождать программное обеспечение информационных систем и баз данных, в том числе отечественного происхождения, с учетом информационной безопасности | | | |
| Знать основы алгоритмизации и программирования, математических, информационных и имитационных моделей, информационных ресурсов глобальных сетей, баз данных | формулирует и знает основы алгоритмизации и программирования, основные типы моделей | полнота и содержательность ответа<br>умение приводить примеры | Вопросы к экзамену (1-20), задания (1-10), лабораторные задания (1-8) |
| Уметь применять математические, информационные и имитационные модели | отвечает на вопросы, применяет методы и знания для выполнения лабораторных заданий | полнота и содержательность ответа<br>умение приводить примеры<br>умение самостоятельно находить решение поставленных задач | Вопросы к экзамену (1-20), задания (1-10), лабораторные задания (1-8) |
| Владеть навыками сопровождения программного обеспечения и баз данных | выполняет лабораторные задания, проводит анализ данных и их обработку с использованием методов и технологий искусственного интеллекта | полнота и содержательность ответа<br>умение приводить примеры<br>умение самостоятельно находить решение поставленных задач | Вопросы к экзамену (1-20), задания (1-10), лабораторные задания (1-8) |

1.2 Шкалы оценивания:

Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация осуществляется в рамках накопительной балльно-рейтинговой системы в 100-балльной шкале:

84-100 баллов (оценка «отлично»);

67-83 баллов (оценка «хорошо»);

50-66 баллов (оценка «удовлетворительно»);

0-49 баллов (оценка «неудовлетворительно»).

**2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

**Вопросы к экзамену**

1. Постановка задач линейного программирования (ЛП). Базисные допустимые решения задачи ЛП.
2. Постановка задач нелинейного программирования.
3. Преобразование задачи ЛП и симплекс-метод.
4. Постановка задач многокритериального программирования.
5. Постановка задач целевого программирования.
6. Постановка задач многоуровнего программирования.
7. Задача целочисленного программирования и ее решение методом ветвей и границ.
8. Метод динамического программирования для задач с мультипликативной целевой функцией.
9. Случайные величины. Оператор математического ожидания.
10. Случайные величины. Закон больших чисел.
11. Статистическое моделирование значений известных функций распределения случайных величин.
12. Вычисление стохастического интеграла с помощью статистического моделирования.
13. Аппроксимация непрерывных функций нейронными сетями (алгоритм).
14. Генетический алгоритм (процедура).
15. Функция оценки, процесс отбора и организации нового поколения.
16. Постановка стохастических задач математического ожидания (EVM- задач).
17. Постановка стохастических задач с вероятностными ограничениями (CCP- задач).
18. Стохастическое событийное программирование. Неопределенная среда, вероятностная функция события.
19. Стохастическое событийное программирование. Принцип неопределенности.
20. Постановка стохастических задач событийного программирования (DCP- задач).

***Экзаменационное задание включает три вопроса – два теоретических вопроса и одно практическое задание из числа приведенных ниже заданий и лабораторных заданий.***

*Критерии оценивания:*

- 84-100 баллов (оценка «отлично») – изложенный материал фактически верен, наличие глубоких исчерпывающих знаний в объеме пройденной программы дисциплины в соответствии с поставленными программой курса целями и задачами обучения; правильные, уверенные действия по применению полученных знаний на практике, грамотное и логически стройное изложение материала при ответе, усвоение основной и знакомство с дополнительной литературой;
- 67-83 баллов (оценка «хорошо») – наличие твердых и достаточно полных знаний в объеме пройденной программы дисциплины в соответствии с целями обучения, правильные действия по применению знаний на практике, четкое изложение материала, допускаются отдельные логические и стилистические погрешности, обучающийся усвоил основную литературу, рекомендованную в рабочей программе дисциплины;
- 50-66 баллов (оценка «удовлетворительно») – наличие твердых знаний в объеме пройденного курса в соответствии с целями обучения, изложение ответов с отдельными ошибками, уверенно исправленными после дополнительных вопросов; правильные в целом действия по применению знаний на практике;
- 0-49 баллов (оценка «неудовлетворительно») – ответы не связаны с вопросами, наличие грубых ошибок в ответе, непонимание сущности излагаемого вопроса, неумение применять знания на практике, неуверенность и неточность ответов на дополнительные и наводящие вопросы.

**Задания**

**Задание 1**. Для задачи:

$$\begin{cases} 6x_1 + 4x_2 \le 24, \\ x_1 + 2x_2 \le 6, \\ -x_1 + x_2 \le 1, \\ x_2 \le 2. \\ x_{1,2} \ge 0. \end{cases}$$

графически определить угловую точку области допустимых решений, где достигается максимальное значение функции $z = 5x_1 + 4x_2$.

**Задание 2.** Дана задача линейного программирования: $z = 5x_1 - 3x_2 - 4x_3 + 1 \to \max$ при ограничениях $\begin{cases} x_1 - x_2 + x_3 \le 1, \\ x_1 + 3x_3 \le 8, \\ -2x_1 + 3x_2 + x_3 \le 1, \\ x_2 \ge 0. \end{cases}$ определите допустимое решение задачи

**Задание 3.** Дана задача линейного программирования: $z = 5x_1 + 3x_2 - 1 \to \max$ при ограничениях $\begin{cases} -3x_1 + 5x_2 \le 10, \\ 3x_1 + 4x_2 \le 35, \\ 3x_1 - x_2 \le 25, \\ x_{1,2} \ge 0. \end{cases}$

Известен ее оптимальный план (9,2). Найти оптимальный план двойственной задачи

**Задание 4.** 1). Определите в каком из следующих случаев транспортной задачи следует ввести фиктивный пункт отправления, чтобы сбалансировать модель:

а) Предложение: $a_1$=10, $a_2$=5, $a_3$=4, $a_4$=6. Спрос: $b_1$=10, $b_2$=5, $b_3$=7, $b_4$=9;

б) Предложение: $a_1$=30, $a_2$=44. Спрос: $b_1$=25, $b_2$=30, $b_3$=10;

в) Предложение: $a_1$=60, $a_2$=80, $a_3$=100. Спрос: $b_1$=40, $b_2$=60, $b_3$=80, $b_4$=60.

2). Сколько базисных переменных должен содержать план выбранной транспортной задачи, чтобы он был опорным?

**Задание 5.**

Найти все базисные допустимые решения системы неравенств:

$$\begin{cases} ax_1 + вx_2 \le 1, \\ ax_1 + cx_3 \le 1, \\ вx_2 + cx_3 \le 1, \\ x_1, x_2, x_3 \ge 0. \end{cases}$$

**Задание 6.** Решить симплекс-методом задачу ЛП.

$z = ax_1 + bx_2 \to \max$

$$\begin{cases} 0 \le x_1 \le 6, \\ 0 \le x_2 \le 8, \\ ax_1 + 5x_2 \le 36 + c. \end{cases}$$

**Задание 7.** Решите методом ветвей и границ задачу:

$$z = 4x_1 + 5x_2 + cx_3 \to \max,$$

$$\begin{cases} 3x_1 + 2x_2 + ax_3 \le 10, \\ bx_1 + 4x_2 \le 11, \\ 3x_1 + 3x_2 + x_3 \le 13, \\ x_1, x_2, x_3 \ge 0, x_j \in Z,\ j = 1,2,3. \end{cases}$$

**Задание 8.** Решите задачу о рюкзаке при n=7, l=10 со следующими значениями остальных параметров:

| J | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $I_j$ | 1 | 1 | 2 | b | 2 | 3 | 4 |
| $V_j$ | 73 | 89 | 137+a | 157 | 159 | 211+c | 299 |

**Задание 9.** Решите задачу о назначениях с матрицей затрат:

$$C = (c_{ij}) = \begin{pmatrix} a & a & 5 & 6 \\ b & 2 & c & c \\ 6 & c & 3 & b \\ 1 & b & 4 & 5 \end{pmatrix},$$ сведя ее к транспортной задаче.

**Задание 10.** Пусть система состоит из четырех элементов, каждый из которых может быть параллельно соединен еще с двумя (m=3). Для создания системы выделена сумма в 100+10a условных единиц. Функции $P_j(t)$, $a_j(t)$ заданы таблицей:

| | $P_1(t)$ | $P_2(t)$ | $P_3(t)$ | $P_4(t)$ | $a_1(t)$ | $a_2(t)$ | $a_3(t)$ | $a_4(t)$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0,7 | 0,5 | 0,7 | 0,6 | 10 | 20 | 10 | 20 |
| 2 | 0,8 | 0,7 | 0,9 | 0,7 | 20 | 40 | 30 | 30 |
| 3 | 0,9 | 0,8 | 0,95 | 0,9 | 10b | 50 | 40+10c | 40+10a |

Найти вариант наиболее надежной системы

**Критерии оценивания**

Максимальное количество баллов (один из вариантов), которые может набрать студент при решении заданий **– 20 баллов,** каждое задание при этом оценивается до **2 баллов**

| | |
|---|---|
| **2 балла** | Задание выполнено верно |
| **1 балл** | При выполнении задания были допущены ошибки |
| **0 баллов** | Задание не выполнено |

**Лабораторные задания**

Все лабораторные работы выполняются с применением Python.

**Лабораторная работа №1**.
Моделирование и решение детерминированных задач линейного программирования.
По итогам лабораторной работы обучающийся составляет отчет. В отчет целесообразно включить:

- теоретическую часть
- скриншоты (в зависимости от задания)
- выводы

**Лабораторная работа №2.**
Моделирование и решение детерминированных задач нелинейного программирования.
По итогам лабораторной работы обучающийся составляет отчет. В отчет целесообразно включить:

- теоретическую часть
- скриншоты (в зависимости от задания)
- выводы

**Лабораторная работа №3.**
Применение машинного обучения для моделирования эмпирической функции распределения случайной величины.
По итогам лабораторной работы обучающийся составляет отчет. В отчет целесообразно включить:

- теоретическую часть
- скриншоты (в зависимости от задания)
- выводы

**Лабораторная работа №4.**
Статистическое моделирование. Метод Монте-Карло вычисления стохастического интеграла.
По итогам лабораторной работы обучающийся составляет отчет. В отчет целесообразно включить:

- теоретическую часть
- скриншоты (в зависимости от задания)
- выводы

**Лабораторная работа №5**.
Аппроксимация нейронными сетями непрерывных функций.
По итогам лабораторной работы обучающийся составляет отчет. В отчет целесообразно включить:

- теоретическую часть
- скриншоты (в зависимости от задания)
- выводы

**Лабораторная работа №6.**
Моделирование и решение стохастических EVM-задач.
По итогам лабораторной работы обучающийся составляет отчет. В отчет целесообразно включить:

- теоретическую часть
- скриншоты (в зависимости от задания)
- выводы

**Лабораторная работа №7.**
Моделирование и решение стохастических CCP-задач. По итогам лабораторной работы обучающийся составляет отчет. В отчет целесообразно включить:

- теоретическую часть
- скриншоты (в зависимости от задания)
- выводы

**Лабораторная работа №8.**
Моделирование и решение стохастических DCP-задач
По итогам лабораторной работы обучающийся составляет отчет. В отчет целесообразно включить:

- теоретическую часть
- скриншоты (в зависимости от задания)
- выводы

**Критерии оценивания:**
Всего за выполнение заданий к лабораторным работам обучающийся может получить **80 баллов**. Каждое задание к лабораторной работе оценивается максимум в **10 баллов**

| | |
|---|---|
| **7-8 баллов** | Обучающийся выполнил лабораторную работу в полном объеме, самостоятельно, с соблюдением необходимой последовательности; грамотно оформил представленный отчет; дана содержа- |

| | |
|---|---|
| | тельная интерпретация полученных при решении задач результатов; материал изложен четко |
| **6-7 баллов** | Обучающийся выполнил лабораторную работу в полном объеме, самостоятельно, с соблюдением необходимой последовательности; грамотно оформил представленный отчет; дана содержательная интерпретация полученных при решении задач результатов; материал изложен четко; но при этом допускаются отдельные логические и стилистические погрешности, уверенно исправленные обучающимся после дополнительных вопросов |
| **4-5 баллов** | Обучающийся выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности; грамотно оформил представленный отчет; дана содержательная интерпретация полученных результатов; допускаются отдельные логические и стилистические погрешности; обучающийся может испытывать некоторые затруднения в формулировке суждений |
| **0-3 баллов** | Лабораторная работа не выполнена или выполнена не в полном объеме, чрезмерно фрагментарно; обучающийся практически не владеет теоретическим материалом, допускает грубые ошибки, испытывает затруднения в формулировке собственных суждений, не способен ответить на дополнительные вопросы. |

**3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Процедуры оценивания включают в себя текущий контроль и промежуточную аттестацию.

**Текущий контроль** успеваемости проводится с использованием оценочных средств, представленных в п. 2 данного приложения. Результаты текущего контроля доводятся до сведения студентов до промежуточной аттестации.

**Промежуточная аттестация** проводится в форме экзамена.

Экзамен проводится по расписанию промежуточной аттестации в письменном виде. Количество вопросов в экзаменационном задании – 3 (два теоретических вопроса и одно практико-ориентированное задание). Объявление результатов производится в день экзамена. Результаты аттестации заносятся в ведомость и зачетную книжку студента. Студенты, не прошедшие промежуточную аттестацию по графику, должны ликвидировать задолженность в установленном порядке.

**Приложение 2**

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебным планом предусмотрены следующие виды занятий:

- лекции;
- лабораторные занятия.

В ходе лекционных занятий рассматриваются основные теоретические вопросы, даются рекомендации для самостоятельной работы и подготовке к практическим занятиям.

В ходе лабораторных занятий углубляются и закрепляются знания студентов по ряду рассмотренных на лекциях вопросов, развиваются навыки практической работы.

При подготовке к лабораторным занятиям каждый студент должен:

– изучить рекомендованную учебную литературу;

– изучить конспекты лекций;

– подготовить ответы на все вопросы по изучаемой теме.

В процессе подготовки к лабораторным занятиям студенты могут воспользоваться консультациями преподавателя.

Вопросы, не рассмотренные на лекциях и лабораторных занятиях, должны быть изучены студентами в ходе самостоятельной работы. Контроль самостоятельной работы студентов над учебной программой курса осуществляется в ходе занятий методом выполнения лабораторных заданий. В ходе самостоятельной работы каждый студент обязан прочитать основную и по возможности дополнительную литературу по изучаемой теме, дополнить конспекты лекций недостающим материалом, выписками из рекомендованных первоисточников, выделить непонятные термины, найти их значение в энциклопедических словарях.

Студент должен готовиться к предстоящему лабораторному занятию по всем обозначенным в рабочей программе дисциплины вопросам.

Для подготовки к занятиям, текущему контролю и промежуточной аттестации студенты могут воспользоваться электронно-библиотечными системами. Также обучающиеся могут взять на дом необходимую литературу на абонементе университетской библиотеки или воспользоваться читальными залами.