МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ "РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ В.Ф. УТКИНА"**

СОГЛАСОВАНО
Зав. выпускающей кафедры

УТВЕРЖДАЮ

# Методы оптимизации

рабочая программа дисциплины (модуля)

| | |
|---|---|
| Закреплена за кафедрой | **Вычислительной и прикладной математики** |
| Учебный план | 09.03.04_25_00_ ИИ.plx<br>09.03.04 Программная инженерия |
| Квалификация | **бакалавр** |
| Форма обучения | **очная** |
| Общая трудоемкость | **5 ЗЕТ** |

**Распределение часов дисциплины по семестрам**

| Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>) | **5 (3.1)** | | Итого | |
|---|---|---|---|---|
| Недель | 16 | | | |
| Вид занятий | УП | РП | УП | РП |
| Лекции | 32 | 32 | 32 | 32 |
| Лабораторные | 16 | 16 | 16 | 16 |
| Практические | 32 | 32 | 32 | 32 |
| Иная контактная работа | 0,35 | 0,35 | 0,35 | 0,35 |
| Консультирование перед экзаменом и практикой | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Итого ауд. | 82,35 | 82,35 | 82,35 | 82,35 |
| Контактная работа | 82,35 | 82,35 | 82,35 | 82,35 |
| Сам. работа | 53 | 53 | 53 | 53 |
| Часы на контроль | 44,65 | 44,65 | 44,65 | 44,65 |
| Итого | 180 | 180 | 180 | 180 |

г. Рязань

Программу составил(и):
*д.т.н., проф., Овечкин Г.В.;к.т.н., доц., Цуканова Н.И.*

Рабочая программа дисциплины
**Методы оптимизации**

разработана в соответствии с ФГОС ВО:
ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 09.03.04 Программная инженерия (приказ Минобрнауки России от 19.09.2017 г. № 920)

составлена на основании учебного плана:
09.03.04 Программная инженерия
утвержденного учёным советом вуза от 30.01.2026 протокол № 7.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры
**Вычислительной и прикладной математики**

Протокол от 01.09.2025 г. № 1
Срок действия программы: 20252029 уч.г.
Зав. кафедрой Овечкин Геннадий Владимирович

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2027-2028 учебном году на заседании кафедры
**Вычислительной и прикладной математики**

Протокол от __ _____ 2027 г. № __

Зав. кафедрой _____

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2028-2029 учебном году на заседании кафедры
**Вычислительной и прикладной математики**

Протокол от __ _____ 2028 г. № __

Зав. кафедрой _____

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2029-2030 учебном году на заседании кафедры
**Вычислительной и прикладной математики**

Протокол от __ _____ 2029 г. № __

Зав. кафедрой _____

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2030-2031 учебном году на заседании кафедры

**Вычислительной и прикладной математики**

Протокол от __ _____ 2030 г. № __

Зав. кафедрой _____

| 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) | |
|---|---|
| 1.1 | Целью дисциплины является формирование компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО, а также компетенций, определенных в соответствии с компетентостно-ролевой моделью, разработанной ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский университет ИТМО» в рамках проекта ТОП-ИИ, в результате освоения которых обучающийся сможет проводить настройку существующих моделей искусственного интеллекта, дообучение моделей искусственного интеллекта, использование ранее созданных программных библиотек и фреймворков для решения прикладных задач. |
| 1.2 | В рамках дисциплины осуществляется формирование у студентов систематических знаний о фундаментальных методах оптимизации и навыков их практического применения для решения инженерных задач, в том числе в области настройки моделей машинного обучения и искусственного интеллекта. |
| 1.3 | Задачи: |
| 1.4 | 1. Изучить теоретические основы постановок задач оптимизации. |
| 1.5 | 2. Освоить классические алгоритмы безусловной и условной оптимизации. |
| 1.6 | 3. Сформировать умение выбирать и применять подходящие методы оптимизации для задач обучения моделей ИИ (регрессия, классификация, нейронные сети). |
| 1.7 | 4. Развить практические навыки программной реализации ключевых алгоритмов на Python. |

| 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ | |
|---|---|
| Цикл (раздел) ОП: | Б1.О |
| **2.1** | **Требования к предварительной подготовке обучающегося:** |
| 2.1.1 | Аналитическая геометрия |
| 2.1.2 | Математический анализ |
| 2.1.3 | Интегралы и дифференциальные уравнения |
| 2.1.4 | Линейная алгебра и функции нескольких переменных |
| 2.1.5 | Дискретная математика |
| 2.1.6 | Теория вероятностей для систем ИИ |
| 2.1.7 | Ознакомительная практика |
| 2.1.8 | Введение в машинное обучение (смежная дисциплина) |
| 2.1.9 | Вычислительные алгоритмы для систем ИИ |
| 2.1.10 | Программирование |
| 2.1.11 | Компьютерная математика |
| 2.1.12 | Математическая статистика для систем искусственного интеллекта |
| **2.2** | **Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:** |
| 2.2.1 | Преддипломная практика |
| 2.2.2 | Выполнение и защита выпускной квалификационной работы |
| 2.2.3 | Искусственные нейронные сети и глубокое обучение |
| 2.2.4 | Большие языковые модели и генеративный ИИ |
| 2.2.5 | Системы компьютерного зрения |
| 2.2.6 | Компьютерная графика и генеративный ИИ |
| 2.2.7 | Моделирование систем |
| 2.2.8 | Цифровая обработка сигналов |

| 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) |
|---|
| **УК-2: Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений** |
| **УК-2.2. Выбирает оптимальный способ решения профессиональных задач, учитывая ресурсы и ограничения в сфере профессиональной деятельности, действующие правовые нормы** |
| **Знать**<br>способы решения профессиональных задач; ресурсы и ограничения в сфере профессиональной деятельности<br>**Уметь**<br>выбирать оптимальный способ решения профессиональных задач; учитывать ресурсы и ограничения в сфере профессиональной деятельности<br>**Владеть**<br>навыками выбора оптимального способа решения профессиональных задач, учитывая ресурсы и ограничения в сфере профессиональной деятельности |

| ОПК-1: Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности; |
|---|
| **ОПК-1.1. Демонстрирует естественнонаучные и общеинженерные знания, знания методов математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования** |
| **Знать**<br>методы оптимизации для их демонстрации в профессиональной деятельности<br>**Уметь**<br>демонстрировать знания методов оптимизации<br>**Владеть**<br>навыками демонстрации знаний методов оптимизации |
| **ОПК-1.2. Применяет естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности** |
| **Знать**<br>методы оптимизации для их применения в профессиональной деятельности<br>**Уметь**<br>применять методы оптимизации в профессиональной деятельности<br>**Владеть**<br>навыками применения методов оптимизации для решения задач профессиональной деятельности |

| ПК-6: Способен применять и (или) разрабатывать архитектуры глубоких нейронных сетей (DL-1) |
|---|
| **ПК-6.1. Объясняет и применяет математические основы нейронных сетей, включая расчет градиентов, методы оптимизации и алгоритм обратного распространения ошибки для эффективного обучения моделей (DL-1.1)** |
| **Знать**<br>методы оптимизации, применяемые при обучении моделей на основе нейронных сетей<br>**Уметь**<br>объяснять принципы работы методов оптимизации, применяемых при обучении моделей на основе нейронных сетей<br>**Владеть**<br>навыками применения методов оптимизации на практике |

**В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен**

| | |
|---|---|
| **3.1** | **Знать:** |
| 3.1.1 | Основные классы задач оптимизации (линейные, нелинейные, дискретные). |
| 3.1.2 | Методы одномерной и многомерной безусловной оптимизации (1-го и 2-го порядка). |
| 3.1.3 | Методы условной оптимизации (методы штрафов, проекции градиента). |
| 3.1.4 | Стохастические и адаптивные методы градиентного спуска. |
| 3.1.5 | Методы оптимизации в выпуклых задачах. |
| 3.1.6 | Эвристические и метаэвристические методы. |
| **3.2** | **Уметь:** |
| 3.2.1 | Формализовать прикладную задачу как задачу оптимизации. |
| 3.2.2 | Анализировать целевую функцию (выпуклость, гладкость) для выбора метода. |
| 3.2.3 | Реализовывать базовые алгоритмы оптимизации на Python. |
| 3.2.4 | Использовать специализированные библиотеки (SciPy, CVXOPT). |
| 3.2.5 | Применять методы оптимизации для обучения линейных моделей и нейронных сетей. |
| **3.3** | **Владеть:** |
| 3.3.1 | Навыками анализа и сравнения эффективности алгоритмов оптимизации. |
| 3.3.2 | Навыками отладки и диагностики проблем в процессе оптимизации (подбор шага, анализ сходимости). |
| 3.3.3 | Практикой использования оптимизаторов в фреймворках (напр., оптимизаторы PyTorch/TensorFlow). |

**4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

| Код занятия | Наименование разделов и тем /вид занятия/ | Семестр / Курс | Часов | Компетен-ции | Литература | Форма контроля |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | **Раздел 1. Методы оптимизации** | | | | | |
| 1.1 | Лекции /Тема/ | 5 | 0 | | | |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1.2 | Введение в оптимизацию. Предмет, задачи, классификация. Примеры в AI/ML и Software Engineering. Целевая функция, ограничения, допустимое множество, локальный/глобальный оптимум. Условия оптимальности 1-го порядка. /Лек/ | 5 | 4 | УК-2.2-З УК-2.2-У УК-2.2-В ОПК-1.1-З ОПК-1.1-У ОПК-1.1-В ОПК-1.2-З ОПК-1.2-У ОПК-1.2-В ПК-6.1-З ПК-6.1-У ПК-6.1-В | Л1.8 Л1.4 Л1.1 Л1.6 Л1.5 Л1.9 Л1.7 Л1.2 Л1.3Л2.2 Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 | Экзамен |
| 1.3 | Линейное программирование (ЛП). Формы задач ЛП. Геометрическая интерпретация. Симплекс-метод (алгоритм, таблицы, искусственный базис). Теория двойственности. Двойственный симплекс-метод. /Лек/ | 5 | 6 | УК-2.2-З УК-2.2-У УК-2.2-В ОПК-1.1-З ОПК-1.1-У ОПК-1.1-В ОПК-1.2-З ОПК-1.2-У ОПК-1.2-В ПК-6.1-З ПК-6.1-У ПК-6.1-В | Л1.8 Л1.4 Л1.1 Л1.6 Л1.5 Л1.9 Л1.7 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.5 Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 | Экзамен |
| 1.4 | Детерминированные методы безусловной оптимизации. Методы одномерной оптимизации (золотое сечение). Градиентный спуск: стратегии выбора шага, сходимость. Методы второго порядка: Ньютон, квазиньютоновские (BFGS). Сравнение методов. /Лек/ | 5 | 6 | УК-2.2-З УК-2.2-У УК-2.2-В ОПК-1.1-З ОПК-1.1-У ОПК-1.1-В ОПК-1.2-З ОПК-1.2-У ОПК-1.2-В ПК-6.1-З ПК-6.1-У ПК-6.1-В | Л1.8 Л1.4 Л1.1 Л1.6 Л1.5 Л1.9 Л1.7 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.5 Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 | Экзамен |
| 1.5 | Стохастические и адаптивные методы для больших данных. Стохастический градиентный спуск (SGD): алгоритм, свойства. Методы ускорения: Momentum, NAG. Адаптивные методы: Adagrad, RMSprop, Adam. Теоретические основы и интуиция. /Лек/ | 5 | 8 | УК-2.2-З УК-2.2-У УК-2.2-В ОПК-1.1-З ОПК-1.1-У ОПК-1.1-В ОПК-1.2-З ОПК-1.2-У ОПК-1.2-В ПК-6.1-З ПК-6.1-У ПК-6.1-В | Л1.8 Л1.4 Л1.1 Л1.6 Л1.5 Л1.9 Л1.7 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.5 Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 | Экзамен |
| 1.6 | Условная и выпуклая оптимизация. Метод множителей Лагранжа, условия Каруша-Куна-Таккера (ККТ). Выпуклые множества и функции. Задачи выпуклого программирования. Квадратичное программирование (QP) и его значение. /Лек/ | 5 | 6 | УК-2.2-З УК-2.2-У УК-2.2-В ОПК-1.1-З ОПК-1.1-У ОПК-1.1-В ОПК-1.2-З ОПК-1.2-У ОПК-1.2-В ПК-6.1-З ПК-6.1-У ПК-6.1-В | Л1.8 Л1.4 Л1.1 Л1.6 Л1.5 Л1.9 Л1.7 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.5 Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 | Экзамен |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1.7 | Эвристические методы. Градиентные методы: симплекс-метод Нелдера-Мида, дифференциальная эволюция. Байесовская оптимизация для подбора гиперпараметров. Связь изученных методов. Современные тренды /Лек/ | 5 | 2 | УК-2.2-З УК-2.2-У УК-2.2-В ОПК-1.1-З ОПК-1.1-У ОПК-1.1-В ОПК-1.2-З ОПК-1.2-У ОПК-1.2-В ПК-6.1-З ПК-6.1-У ПК-6.1-В | Л1.8 Л1.4 Л1.1 Л1.6 Л1.5 Л1.9 Л1.7 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.5 Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 | Экзамен |
| 1.8 | Лабораторные /Тема/ | 5 | 0 | | | |
| 1.9 | Решение задач линейного программирования (Scipy.optimize.linprog, PuLP). Проверка условий дополняющей нежесткости. /Лаб/ | 5 | 4 | УК-2.2-З УК-2.2-У УК-2.2-В ОПК-1.1-З ОПК-1.1-У ОПК-1.1-В ОПК-1.2-З ОПК-1.2-У ОПК-1.2-В ПК-6.1-З ПК-6.1-У ПК-6.1-В | Л1.8 Л1.4 Л1.1 Л1.6 Л1.5 Л1.9 Л1.7 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.5 Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 | Экзамен |
| 1.10 | Сравнение методов безусловной оптимизации. Реализация и сравнение GD, Ньютона/BFGS на невыпуклых тестовых функциях (Розенброка, Химмельблау). Анализ влияния числа обусловленности. /Лаб/ | 5 | 4 | УК-2.2-З УК-2.2-У УК-2.2-В ОПК-1.1-З ОПК-1.1-У ОПК-1.1-В ОПК-1.2-З ОПК-1.2-У ОПК-1.2-В ПК-6.1-З ПК-6.1-У ПК-6.1-В | Л1.8 Л1.4 Л1.1 Л1.6 Л1.5 Л1.9 Л1.7 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.5 Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 | Экзамен |
| 1.11 | Оптимизация на больших данных: логистическая регрессия и SVM. Исследование влияния оптимизатора (SGD, Adam) и гиперпараметров на скорость и качество сходимости при обучении линейных моделей на реальном датасете /Лаб/ | 5 | 4 | УК-2.2-З УК-2.2-У УК-2.2-В ОПК-1.1-З ОПК-1.1-У ОПК-1.1-В ОПК-1.2-З ОПК-1.2-У ОПК-1.2-В ПК-6.1-З ПК-6.1-У ПК-6.1-В | Л1.8 Л1.4 Л1.1 Л1.6 Л1.5 Л1.9 Л1.7 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.5 Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 | Экзамен |
| 1.12 | Выпуклая оптимизация на практике: 1. Задача оптимизации инвестиционного портфеля (Марковиц). 2. Реализация линейного SVM через решение задачи QP. /Лаб/ | 5 | 4 | УК-2.2-З УК-2.2-У УК-2.2-В ОПК-1.1-З ОПК-1.1-У ОПК-1.1-В ОПК-1.2-З ОПК-1.2-У ОПК-1.2-В ПК-6.1-З ПК-6.1-У ПК-6.1-В | Л1.8 Л1.4 Л1.1 Л1.6 Л1.5 Л1.9 Л1.7 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.5 Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 | Экзамен |
| 1.13 | Практика /Тема/ | 5 | 0 | | | |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1.14 | Формализация прикладных задач (классификация, кластеризация, планирование). Работа с NumPy, Matplotlib, Scipy.optimize. Визуализация функций. /Пр/ | 5 | 4 | УК-2.2-З УК-2.2-У УК-2.2-В ОПК-1.1-З ОПК-1.1-У ОПК-1.1-В ОПК-1.2-З ОПК-1.2-У ОПК-1.2-В ПК-6.1-З ПК-6.1-У ПК-6.1-В | Л1.8 Л1.4 Л1.1 Л1.6 Л1.5 Л1.9 Л1.7 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.5 Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 | Экзамен |
| 1.15 | Решение задач ЛП графическим методом. Реализация симплекс-метода . Формирование двойственной задачи /Пр/ | 5 | 6 | УК-2.2-З УК-2.2-У УК-2.2-В ОПК-1.1-З ОПК-1.1-У ОПК-1.1-В ОПК-1.2-З ОПК-1.2-У ОПК-1.2-В ПК-6.1-З ПК-6.1-У ПК-6.1-В | Л1.8 Л1.4 Л1.1 Л1.6 Л1.5 Л1.9 Л1.7 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.5 Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 | Экзамен |
| 1.16 | Реализация градиентного спуска с дроблением шага. Задача линейной регрессии: аналитическое решение (нормальные уравнения) и градиентный спуск. Использование scipy.optimize.minimize. /Пр/ | 5 | 6 | УК-2.2-З УК-2.2-У УК-2.2-В ОПК-1.1-З ОПК-1.1-У ОПК-1.1-В ОПК-1.2-З ОПК-1.2-У ОПК-1.2-В ПК-6.1-З ПК-6.1-У ПК-6.1-В | Л1.8 Л1.4 Л1.1 Л1.6 Л1.5 Л1.9 Л1.7 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.5 Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 | Экзамен |
| 1.17 | Реализация SGD и Adam для задачи логистической регрессии. Сравнение сходимости с пакетным GD. Влияние размера мини-батча и расписания learning rate. /Пр/ | 5 | 8 | УК-2.2-З УК-2.2-У УК-2.2-В ОПК-1.1-З ОПК-1.1-У ОПК-1.1-В ОПК-1.2-З ОПК-1.2-У ОПК-1.2-В ПК-6.1-З ПК-6.1-У ПК-6.1-В | Л1.8 Л1.4 Л1.1 Л1.6 Л1.5 Л1.9 Л1.7 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.5 Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 | Экзамен |
| 1.18 | Решение задачи квадратичного программирования для построения линейного SVM (жесткий допуск) с помощью CVXOPT. Реализация простого метода штрафных функций. /Пр/ | 5 | 6 | УК-2.2-З УК-2.2-У УК-2.2-В ОПК-1.1-З ОПК-1.1-У ОПК-1.1-В ОПК-1.2-З ОПК-1.2-У ОПК-1.2-В ПК-6.1-З ПК-6.1-У ПК-6.1-В | Л1.8 Л1.4 Л1.1 Л1.6 Л1.5 Л1.9 Л1.7 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.5 Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 | Экзамен |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1.19 | Решение негладкой задачи с помощью scipy.optimize.differential_evolution. Знакомство с фреймворком Optuna для подбора гиперпараметров модели. /Пр/ | 5 | 2 | УК-2.2-З УК-2.2-У УК-2.2-В ОПК-1.1-З ОПК-1.1-У ОПК-1.1-В ОПК-1.2-З ОПК-1.2-У ОПК-1.2-В ПК-6.1-З ПК-6.1-У ПК-6.1-В | Л1.8 Л1.4 Л1.1 Л1.6 Л1.5 Л1.9 Л1.7 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.5 Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 | Экзамен |
| 1.20 | Самостоятельная работа /Тема/ | 5 | 0 | | | |
| 1.21 | Изучение конспекта лекций, рекомендуемой литературы, подготовка к лабораторным работам и практическим занятиям /Ср/ | 5 | 53 | УК-2.2-З УК-2.2-У УК-2.2-В ОПК-1.1-З ОПК-1.1-У ОПК-1.1-В ОПК-1.2-З ОПК-1.2-У ОПК-1.2-В ПК-6.1-З ПК-6.1-У ПК-6.1-В | Л1.8 Л1.4 Л1.1 Л1.6 Л1.5 Л1.9 Л1.7 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.5 Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 | Экзамен |
| | **Раздел 2. Контроль** | | | | | |
| 2.1 | /Тема/ | 5 | 0 | | | |
| 2.2 | Подготовка к экзамену /Экзамен/ | 5 | 44,65 | УК-2.2-З УК-2.2-У УК-2.2-В ОПК-1.1-З ОПК-1.1-У ОПК-1.1-В ОПК-1.2-З ОПК-1.2-У ОПК-1.2-В ПК-6.1-З ПК-6.1-У ПК-6.1-В | Л1.8 Л1.4 Л1.1 Л1.6 Л1.5 Л1.9 Л1.7 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.5 Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 | Экзамен |
| 2.3 | Консультация /Кнс/ | 5 | 2 | УК-2.2-З УК-2.2-У УК-2.2-В ОПК-1.1-З ОПК-1.1-У ОПК-1.1-В ОПК-1.2-З ОПК-1.2-У ОПК-1.2-В ПК-6.1-З ПК-6.1-У ПК-6.1-В | Л1.8 Л1.4 Л1.1 Л1.6 Л1.5 Л1.9 Л1.7 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.5 Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 | Экзамен |
| 2.4 | Сдача экзамена /ИКР/ | 5 | 0,35 | УК-2.2-З УК-2.2-У УК-2.2-В ОПК-1.1-З ОПК-1.1-У ОПК-1.1-В ОПК-1.2-З ОПК-1.2-У ОПК-1.2-В ПК-6.1-З ПК-6.1-У ПК-6.1-В | Л1.8 Л1.4 Л1.1 Л1.6 Л1.5 Л1.9 Л1.7 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.5 Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 | Экзамен |

## 5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Фонд оценочных средств дисциплины приведен в приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ "ФОС Методы оптимизации")

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### 6.1.1. Основная литература

| № | Авторы, составители | Заглавие | Издательство, год | Количество/ название ЭБС |
|---|---|---|---|---|
| Л1.1 | Гладков, Л. А., Гладкова, Н. В. | Методы решения задач оптимизации : учебное пособие | Ростов-на-Дону, Таганрог: Издательство Южного федерального университета, 2019, 118 с. | 978-5-9275-3436-4, http://www.iprbookshop.ru/100180.html |
| Л1.2 | Катаргин Н. В. | Экономико-математическое моделирование | Санкт-Петербург: Лань, 2022, 256 с. | 978-5-507-44332-1, https://e.lanbook.com/book/223430 |
| Л1.3 | Акулич И. Л. | Математическое программирование в примерах и задачах | Санкт-Петербург: Лань, 2022, 352 с. | 978-5-8114-0916-7, https://e.lanbook.com/book/210680 |
| Л1.4 | Домашнев, П. А., Сараев, П. В., Алексеев, В. А. | Методы и алгоритмы многомерной безусловной оптимизации : учебное пособие | Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2019, 96 с. | 978-5-88247-946-5, http://www.iprbookshop.ru/99153.html |
| Л1.5 | Гробер, Т. А., Гробер, О. В., Нестерова, А. В. | Задачи оптимизации и численные методы : учебное пособие | Ростов-на-Дону: Донской государственный технический университет, 2020, 110 с. | 978-5-7890-1801-9, https://www.iprbookshop.ru/118036.html |
| Л1.6 | Губарь, Ю. В. | Введение в математическое программирование : учебное пособие | Москва: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2021, 225 с. | 978-5-4497-0872-4, https://www.iprbookshop.ru/101994.html |
| Л1.7 | Ржевский С. В. | Математическое программирование : учебное пособие | Санкт-Петербург: Лань, 2022, 608 с. | 978-5-8114-3853-2, https://e.lanbook.com/book/206993 |

| № | Авторы, составители | Заглавие | Издательство, год | Количество/ название ЭБС |
|---|---|---|---|---|
| Л1.8 | Бабенышев С. В., Матеров Е. Н. | Методы оптимизации : учебное пособие | Железногорск: Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2019, 135 с. | 2227-8397, http://www.iprbookshop.ru/90184.html |
| Л1.9 | Олейникова, С. А. | Численные методы решения оптимизационных задач : учебное пособие | Воронеж: Воронежский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2021, 114 с. | 978-5-7731-0960-0, https://www.iprbookshop.ru/118626.html |
| **6.1.2. Дополнительная литература** | | | | |
| № | Авторы, составители | Заглавие | Издательство, год | Количество/ название ЭБС |
| Л2.1 | Литвин Д. Б., Мелешко С. В., Мамаев И. И. | Линейное программирование. Транспортная задача : учебное пособие | Ставрополь: Ставропольский государственный аграрный университет, Сервисшкола, 2017, 84 с. | 2227-8397, http://www.iprbookshop.ru/76116.html |
| Л2.2 | Цуканова Н.И. | Программирование глубоких нейронных сетей на языке Python: учеб. пособие : Учебное пособие | Рязань: КУРС, 2022, | , https://elib.rsreu.ru/ebs/download/3187 |
| Л2.3 | Полуян, А. Ю., Петренкова, С. Б. | Исследование операций и методы оптимизации в примерах : практикум | Ростов-на-Дону: Донской государственный технический университет, 2019, 28 с. | 2227-8397, https://www.iprbookshop.ru/117726.html |
| Л2.4 | Бурда А. Г., Косников С. Н. | Оптимизация и основы теории принятия решений : учебник для вузов | Санкт-Петербург: Лань, 2024, 176 с. | 978-5-507-48817-9, https://e.lanbook.com/book/394553 |
| Л2.5 | Тарасенко, Е. О., Алиханов, А. А., Гладков, А. В. | Численные методы : учебник | Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2022, 261 с. | 2227-8397, https://www.iprbookshop.ru/135776.html |
| **6.1.3. Методические разработки** | | | | |
| № | Авторы, составители | Заглавие | Издательство, год | Количество/ название ЭБС |
| Л3.1 | Цуканова Н.И. | Методы оптимизации: метод. указ. к лаб. работам и упражнениям : Методические указания | Рязань: , 2022, | , https://elib.rsreu.ru/ebs/download/3386 |
| **6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"** | | | | |
| Э1 | Электронная библиотека РГРТУ http://elib.rsreu.ru/ | | | |
| Э2 | Электронная библиотека IPRBooks http://iprbookshop.ru/ | | | |

| | |
|---|---|
| Э3 | Электронно-библиотечная система издательства «Лань» http://e.lanbook.com |
| Э4 | Методы оптимизации (базовый курс) |
| Э5 | Методы Оптимизации. МФТИ |

**6.3 Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

**6.3.1 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства**

| Наименование | Описание |
|---|---|
| Операционная система Windows | Коммерческая лицензия |
| LibreOffice | Свободное ПО |
| Интерпретатор Python | Свободное ПО |
| Python | Свободно распространяемое программное обеспечение под лицензиями |

**6.3.2 Перечень информационных справочных систем**

| | |
|---|---|
| 6.3.2.1 | Информационно-правовой портал ГАРАНТ.РУ http://www.garant.ru |
| 6.3.2.2 | Система КонсультантПлюс http://www.consultant.ru |
| 6.3.2.3 | Справочная правовая система «КонсультантПлюс» (договор об информационной поддержке №1342/455-100 от 28.10.2011 г.) |

**7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

| | |
|---|---|
| 1 | 206-1 учебно-административный корпус. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 42 мест,<br>1 ПК:<br>ЦП: Intel i7 6700<br>ОЗУ: 8 Гб<br>ПЗУ: 120Gb ssd + 500 Гб (1 шт. преподавательский)<br>Телевизор: PHILIPS U7PEL4606H/60<br>документ-камера: AVER Media POB3 (AverVision 330)<br>документ-камера: AverVisionF33 POE7D; |
| 2 | 206-2 учебно-административный корпус. Аудитория для самостоятельной работы 18 мест,<br>Телевизор PHILIPS 46PFL3208T/60;<br>18 ПК с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду:<br>ЦП: AMD a10 7800<br>ОЗУ: 8 Gb<br>ПЗУ: 500-1000 Gb (18 шт.) |
| 3 | 206-2 учебно-административный корпус. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 18 мест,<br>Телевизор PHILIPS 46PFL3208T/60;<br>18 ПК с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду:<br>ЦП: AMD a10 7800<br>ОЗУ: 8 Gb<br>ПЗУ: 500-1000 Gb (18 шт.) |
| 4 | 206-3 учебно-административный корпус. Учебная аудитория для самостоятельной работы Проектор: InFocus LP640<br>31 ПК с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду:<br>ЦП: Intel i7 6700<br>ОЗУ: 8 Гб<br>ПЗУ: 120Gb ssd + 500 Гб (31 шт.) |
| 5 | 206-3 учебно-административный корпус. Учебная аудитория для проведения практический занятий, лабораторных работ Проектор: InFocus LP640<br>31 ПК с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду:<br>ЦП: Intel i7 6700<br>ОЗУ: 8 Гб<br>ПЗУ: 120Gb ssd + 500 Гб (31 шт.)<br>) |

| | |
|---|---|
| 6 | 206-4 учебно-административный корпус. Учебная аудитория для проведения практический занятий, лабораторных работ 30 ПК с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду:<br>ЦП: Intel i5-12400<br>ОЗУ: 16 Гб<br>ПЗУ: ssd 512 Гб (18 шт. моноблок)<br><br>ЦП: Intel i7 6700<br>ОЗУ: 8 Гб<br>ПЗУ: 120Gb ssd + 500 Гб (12 шт.) |
| 7 | 206-4 учебно-административный корпус. Учебная аудитория для самостоятельной работы 30 ПК с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду:<br>ЦП: Intel i5-12400<br>ОЗУ: 16 Гб<br>ПЗУ: ssd 512 Гб (18 шт. моноблок)<br><br>ЦП: Intel i7 6700<br>ОЗУ: 8 Гб<br>ПЗУ: 120Gb ssd + 500 Гб (12 шт.) |

| 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ) |
|---|
| Методическое обеспечение дисциплины приведено в приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ "МУ Методы оптимизации") |

Оператор ЭДО ООО "Компания "Тензор"

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

ПОДПИСАНО ЗАВЕДУЮЩИМ КАФЕДРЫ — **ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ,** Овечкин Геннадий Владимирович, Заведующий кафедрой ВПМ — **12.10.26** 08:32 (MSK) — Простая подпись

ПОДПИСАНО ЗАВЕДУЮЩИМ ВЫПУСКАЮЩЕЙ КАФЕДРЫ — **ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ,** Овечкин Геннадий Владимирович, Заведующий кафедрой ВПМ — **12.10.26** 08:33 (MSK) — Простая подпись