

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Хоружий Людмила Ивановна

Должность: Директор института экономики и управления АПК

Дата подписания: 28.08.2025 10:11:14

Уникальный электронный ключ:

1e90b152a7b04dce6355160b015dddf2cb1e6a9



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –
МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»
(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)

Институт экономики и управления АПК
Кафедра статистики и кибернетики

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института
экономики и управления АПК

Л.И. Хоружий



«28» августа 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ **Б1.О.16 Методы оптимизации**

для подготовки бакалавров

ФГОС ВО

Направление: 09.03.02 Информационные системы и технологии

Направленность: «Системная аналитика и разработка программного обеспечения», «Фуллстек разработка»

Курс 3

Семестр 5

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2025

Москва, 2025

Разработчики: Калитвин В.А., канд. ф.-м. наук, доцент
(ФИО, ученая степень, ученое звание)


(подпись)

«26» августа 2025 г.

Рецензент: Иноземцев А.И., канд. ф.-м. наук, доцент
(ФИО, ученая степень, ученое звание)


(подпись)

«26» августа 2025 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 09.03.02 Информационные системы и технологии, профессионального стандарта и учебного плана 2025 года начала подготовки.

Программа обсуждена на заседании кафедры статистики и кибернетики протокол № 11 от «26» августа 2025 г.

И.о. зав. кафедрой Уколова А.В., канд. экон. наук, доцент
(ФИО, ученая степень, ученое звание)


(подпись)

«26» августа 2025 г.

Согласовано:

Председатель учебно-методической
комиссии института экономики и управления АПК
Гупалова Т.Н., канд. экон. наук, доцент
(ФИО, ученая степень, ученое звание)


(подпись)

«28» августа 2025 г.

И.о. зав. выпускающей кафедрой статистики и кибернетики
Уколова А.В., канд. экон. наук, доцент
(ФИО, ученая степень, ученое звание)


(подпись)

«28» августа 2025 г.

Заведующий отделом комплектования ЦНБ


(подпись)

СОДЕРЖАНИЕ

АННОТАЦИЯ.....	4
1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	4
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ.....	4
3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	5
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	8
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ	8
ПО СЕМЕСТРАМ	8
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	8
4.3 ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	11
5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ.....	13
6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	14
6.1. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	14
6.2. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ	22
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	29
7.1 ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	31
7.2 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА	31
7.3 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ	34
8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	34
9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ	34
10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	36
11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....	39
12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	40

АННОТАЦИЯ

рабочей программы учебной дисциплины Б1.О.16 Методы оптимизации для подготовки бакалавров по направлению 09.03.02 Информационные системы и технологии, направленности «Системная аналитика и разработка программного обеспечения», «Фуллстек разработка»

Цель освоения дисциплины: сформировать у студентов системное понимание задач оптимизации и методов их решения, развить навыки постановки и решения прикладных оптимизационных задач, возникающих в информационных системах, анализе данных и проектировании программных и технических систем. По окончании изучения дисциплины студент должен знать: классификацию задач оптимизации, основные методы (линейное, нелинейное, дискретное, многокритериальное программирование, стохастические и эвристические методы), особенности применения программных средств; уметь формализовать прикладные задачи, подбирать адекватные методы и интерпретировать результаты; владеть навыками реализации алгоритмов оптимизации в Python или аналогичных пакетах.

Место дисциплины в учебном плане: дисциплина включена в обязательную часть учебного плана по направлению подготовки 09.03.02 Информационные системы и технологии.

Требования к результатам освоения дисциплины: в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции (индикаторы): ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-8.1; ОПК-8.2; ОПК-8.3.

Краткое содержание дисциплины:

Введение в оптимизацию. Безусловная оптимизация функции одной переменной. Безусловная оптимизация функции многих переменных. Условная оптимизация функции многих переменных. Линейное программирование. Многокритериальная оптимизация и принятие решений. Целочисленное программирование. Вариационное исчисление. Динамическое программирование. Эволюционные методы оптимизации. Оптимизация в информационных системах и ИИ.

Общая трудоемкость дисциплины: 144/ 4 (часы/зач. ед.)

Промежуточный контроль: экзамен.

1. Цель освоения дисциплины

Целью дисциплины «Методы оптимизации» является формирование у студентов системного представления о постановке и классификации задач оптимизации, а также овладение основными методами их решения для прикладных задач информационных систем и искусственного интеллекта. Дисциплина направлена на развитие умений и навыков формализовывать практические задачи как задачи оптимизации (с указанием критериев, ограничений и допустимого множества); выбирать адекватные классы методов (линейное, нелинейное, целочисленное, многокритериальное, динамическое, эволюционное программирование) с учётом структуры задачи и требований к точности и ресурсам; реализовывать и применять алгоритмы оптимизации в вычислительных средах (в том числе на Python/Jupyter) для решения задач в области ИС, анализа данных и ИИ.

2. Место дисциплины в учебном процессе

Дисциплина «Методы оптимизации» включена в обязательную часть дисциплин учебного плана. Дисциплина «Методы оптимизации» реализуется в

соответствии с требованиями ФГОС ВО, ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 09.03.02 Информационные системы и технологии.

Дисциплина «Методы оптимизации» изучается на третьем курсе образовательного цикла.

Для успешного изучения дисциплины необходимы знания и умения по предшествующим дисциплинам:

«Линейная алгебра», «Математический анализ», «Теория информации», «Теория вероятностей», «Дискретная математика», «Математическая статистика», «Алгоритмизация и программирование».

Дисциплина «Методы оптимизации» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Многомерные статистические методы», «Управление IT-проектами», «Методы искусственного интеллекта», «Корпоративные информационные системы управления предприятием АПК».

Особенностью дисциплины является реализация алгоритмов оптимизации средствами языка программирования Python.

Рабочая программа дисциплины «Методы оптимизации» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Изучение дисциплины направлено на формирование у обучающихся обще-профессиональных компетенций (ОПК) и профессиональных компетенций, представленных в таблице 1.

Таблица 1

Требования к результатам освоения учебной дисциплины «Методы оптимизации»

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компетенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
1	ОПК-1	Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	ОПК-1.1 Знать: основы математики, физики, вычислительной техники и программирования	основы математики, физики, вычислительной техники и программирования		
			ОПК-1.2 Уметь: решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общетехнических знаний, методов математического анализа и моделирования		решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общетехнических знаний, методов математического анализа и моделирования	
			ОПК-1.3 Иметь навыки: теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности			навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности
2	ОПК-8	Способен применять математические модели, методы и средства проектирования информационных и автоматизированных систем	ОПК-8.1 Знать: методологию и основные методы математического моделирования, классификацию и условия	методологию и основные методы математического моделирования, классификацию и условия применения моделей, основные методы и средства проектирования		

			применения моделей, основные методы и средства проектирования информационных и автоматизированных систем, инструментальные средства моделирования и проектирования	информационных и автоматизированных систем, инструментальные средства моделирования и проектирования		
			ОПК-8.2 Уметь: применять на практике математические модели, методы и средства проектирования и автоматизации систем на практике		применять на практике математические модели, методы и средства проектирования и автоматизации систем на практике	
			ОПК-8.3 Иметь навыки: моделирования и проектирования информационных и автоматизированных систем			навыками моделирования и проектирования информационных и автоматизированных систем

4. Структура и содержание дисциплины

4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зач.ед. (144 часа), их распределение по видам работ и семестрам представлено в таблице 2.

Таблица 2

Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ в 5 семестре

Вид учебной работы	Трудоёмкость	
	час. всего/*	в т.ч. по се- местрам
		№ 5
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	144	144
1. Контактная работа:	52,4	52,4
Аудиторная работа	50	50
лекции (Л)	16	16
практические занятия (ПЗ)	34/4	34/4
консультации перед экзаменом	2	2
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,4	0,4
2. Самостоятельная работа (СРС)	91,6	91,6
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к практическим занятиям)	64,6	64,6
Подготовка к экзамену (контроль)	27	27
Вид промежуточного контроля:	Экзамен	

* в том числе практическая подготовка

4.2 Содержание дисциплины

Таблица 3

Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнённо)	Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ всего/*	ПК Р	
Тема 1. Введение в оптимизацию	11,6	1	2	-	8,6
Тема 2. Безусловная оптимизация функции одной переменной.	13	1	4/2	-	8
Тема 3. Безусловная оптимизация функции многих переменных.	14	2	4	-	8
Тема 4. Условная оптимизация функции многих переменных.	14	2	4	-	8
Тема 5. Линейное программирование.	14	2	4	-	8
Тема 6. Целочисленное программирование.	14	2	4	-	8
Тема 7. Многокритериальная оптимизация и принятие решений.	12	2	2	-	8
Тема 8. Вариационное исчисление.	11	1	2	-	8

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнённо)	Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ всего/*	ПК Р	
Тема 9. Динамическое программирование.	13	1	2	-	10
Тема 10. Эволюционные методы оптимизации.	13	1	2	-	10
Тема 11. Оптимизация в информационных системах и ИИ.	12	1	4/2	-	7
Контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,4	-	-	0,4	-
Консультации перед экзаменом	2	-	-	2	-
Всего за 5 семестр	144	16	34	2,4	91,6
Итого по дисциплине	144	16	34	2,4	91,6

* в том числе практическая подготовка

Тема 1. Введение в оптимизацию.

Понятие задачи оптимизации, критерий оптимальности, ограничения, допустимое множество. Классификация задач: линейные, нелинейные, выпуклые, дискретные, многокритериальные, с неопределенностью; примеры задач из ИТ и ИИ.

Тема 2. Безусловная оптимизация функции одной переменной.

Определения локальных и глобальных экстремумов скалярной функции скалярного аргумента, соответствующие необходимые и достаточные условия. Численные методы одномерной оптимизации (методы половинного деления, золотого сечения, Ньютона и т.д.).

Тема 3. Безусловная оптимизация функции многих переменных.

Понятие функции многих переменных, область определения. Формальная постановка задачи безусловной оптимизации, глобальный и локальный экстремум. Необходимые и достаточные условия экстремума. Метод градиентного спуска. Выбор шага. Основная идея метода Ньютона. Безградиентные методы. Критерии остановки. Чувствительность к начальному приближению, выбор масштаба, численная устойчивость. Примеры и программная реализация.

Тема 4. Условная оптимизация функции многих переменных.

Основные понятия и определения. Метод множителей Лагранжа. Поиск условного экстремума при ограничениях-неравенствах. Теорема Куна-Такера. Метод штрафных функций.

Тема 5. Линейное программирование.

Канонические формы задач ЛП, геометрическая интерпретация, симплекс-метод. Двойственные задачи линейного программирования. Экономическая интерпретация двойственных переменных. Транспортная задача. Игра с нулевой суммой. Алгоритмы решения. Примеры реализации задач линейного программирования в Python.

Тема 6. Целочисленное программирование.

Постановка задачи целочисленного программирования, отличие от линейного программирования. Полностью целочисленные, смешанные целочисленные и булевы модели; примеры (назначения, раскрой, размещение).

Геометрическая интерпретация: область целочисленных точек внутри многогранника ЛП, проблема дробных решений. Метод ветвей и границ. Идея разветвления по целочисленным переменным, построение дерева задач. Оценки сверху/снизу, правила отсечения узлов, критерии остановки алгоритма. Методы отсечений (метод Гомори). Идея добавления отсечений к релаксации для устранения дробных решений. Простейшая схема построения сечений Гомори и их роль в комбинированных алгоритмах. Практические аспекты и программная реализация. Масштабируемость, вычислительная сложность. Использование готовых библиотек и интерпретация результатов в прикладных задачах.

Тема 7. Многокритериальная оптимизация и принятие решений.

Векторные критерии, множество Парето, нормализация критериев, методы свертки критериев. Методы компромисса (последовательные уступки, взвешенные суммы, утилитарные функции), простейшие методы принятия решений в условиях неопределенности.

Тема 8. Вариационное исчисление.

Задачи, описывающие оптимальные кривые, траектории движения, распределения и другие «континуальные» решения, важные в физике, механике, теории управления и экономике. Необходимое условие экстремума функционала. Уравнение Эйлера–Лагранжа. Типовые примеры и связь с оптимизацией. Задача Брахистохроны, задачи о наикратчайших линиях, о минимуме энергии и функционалов действия, оптимальное управление.

Тема 9. Динамическое программирование.

Постановка задачи. Распределение ресурсов по шагам, планирование, кратчайшие пути. Формализация: состояния, управляющие воздействия, этапы, критерий качества (суммарный или накопленный). Принцип оптимальности Беллмана. Уравнение (рекурсия) Беллмана. Интерпретация уравнения Беллмана как условия оптимальности и схема его решения. Классический пример: кратчайший путь/оптимальный маршрут на графе (поэтапное построение решения). Пример задачи распределения ограниченного ресурса по этапам с динамическим программированием. Проблема «проклятия размерности» и приближённые методы. Связь с задачами управления и обучения с подкреплением.

Тема 10. Эволюционные методы оптимизации.

Генетические алгоритмы: поиск решения как аналог эволюции популяции (отбор, скрещивание, мутация). Примеры задач, где генетические алгоритмы применимы. Базовые понятия и представление решений. Кодирование решений.

Понятия «ген», «хромосома», «популяция», «приспособленность». Инициализация начальной популяции (случайной или с использованием эвристик). Оценка приспособленности, селекция (отбор родителей), операторы скрещивания и мутации, формирование новой популяции, критерии остановки. Настройка параметров и практические вопросы: размер популяции, вероятность скрещивания и мутации, баланс разведки/эксплуатации. Примеры применения и реализация. Решение задачи коммивояжера с применением генетического алгоритма.

Тема 11. Оптимизация в информационных системах и ИИ.

Задачи в информационных системах: оптимальное планирование и распределение ресурсов: серверные мощности, каналы связи, память, очереди запросов, энергопотребление. Оптимизация сетевых и логистических структур: задачи потоков в сетях, размещения узлов, балансировки нагрузки, оптимизация бизнес-процессов и сервисных цепочек.

Задачи в машинном обучении: оптимизация функций потерь; градиентный спуск и его модификации (SGD, Adam и др.). Байесовская оптимизация, градиентные и эволюционные подходы к настройке гиперпараметров сложных моделей.

4.3 Практические занятия

Таблица 4

Содержание практических занятий и контрольные мероприятия

Название раздела, темы	№ и название лекций/практических занятий	Формируемые компетенции (индикаторы)	Вид контрольного мероприятия	Кол-во Часов/*
Тема 1. Введение в оптимизацию	Лекция 1. «Введение в оптимизацию».	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-8.1; ОПК-8.2; ОПК-8.3	-	1
	Практическая работа 1. «Основы постановки задач оптимизации».	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-8.1; ОПК-8.2; ОПК-8.3	Устный опрос, тест	2
Тема 2. Безусловная оптимизация функции одной переменной.	Лекция 2. «Безусловная оптимизация функции одной переменной. ».	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-8.1; ОПК-8.2; ОПК-8.3	-	1
	Практическая работа 2. «Численные методы оптимизации одной переменной».	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-8.1; ОПК-8.2; ОПК-8.3	Защита работы, тест	4/2
Тема 3. Безусловная оптимизация функции многих переменных.	Лекция 3. «Безусловная оптимизация функции многих переменных».	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-8.1; ОПК-8.2; ОПК-8.3	-	2
	Практическая работа 3 «Безусловная оптимизация функции многих переменных».	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-8.1; ОПК-8.2; ОПК-8.3	Защита работы, тест	4
Тема 4. Условная оптимизация функции многих переменных.	Лекция 4. «Условная оптимизация функции многих переменных».	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-8.1; ОПК-8.2; ОПК-8.3	-	2
	Практическая работа 4. «Условная оптимизация (множители Лагранжа, Куна–Такера)».	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-8.1; ОПК-8.2; ОПК-8.3	Защита работы, тест	4
Тема 5. Линейное программирование.	Лекция 5. «Линейное программирование».	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-8.1; ОПК-8.2; ОПК-8.3	-	2

Название раздела, темы	№ и название лекций/практических занятий	Формируемые компетенции (индикаторы)	Вид контрольного мероприятия	Кол-во Часов/*
	Практическая работа 5. «Линейное программирование и транспортная задача».	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-8.1; ОПК-8.2; ОПК-8.3	Защита работы, тест	4
Тема 6. Целочисленное программирование.	Лекция 6. «Целочисленное программирование».	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-8.1; ОПК-8.2; ОПК-8.3	-	2
	Практическая работа 6. «Целочисленное и смешанное программирование».	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-8.1; ОПК-8.2; ОПК-8.3	Защита работы, тест	4
Тема 7. Многокритериальная оптимизация и принятие решений.	Лекция 7. «Многокритериальная оптимизация и принятие решений».	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-8.1; ОПК-8.2; ОПК-8.3	-	2
	Практическая работа 7. «Многокритериальная оптимизация и принятие решений».	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-8.1; ОПК-8.2; ОПК-8.3	Защита работы, тест	2
Тема 8. Вариационное исчисление.	Лекция 8. «Вариационное исчисление».	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-8.1; ОПК-8.2; ОПК-8.3	-	1
	Практическая работа 8. «Вариационное исчисление».	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-8.1; ОПК-8.2; ОПК-8.3	Защита работы, тест	2
Тема 9. Динамическое программирование.	Лекция 9. «Динамическое программирование».	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-8.1; ОПК-8.2; ОПК-8.3	-	1
	Практическая работа 9. «Динамическое программирование».	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-8.1; ОПК-8.2; ОПК-8.3	Защита работы, тест	2
Тема 10. Эволюционные методы оптимизации.	Лекция 10. «Эволюционные методы оптимизации».	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-8.1; ОПК-8.2; ОПК-8.3	-	1
	Практическая работа 10. «Эволюционные методы оптимизации (генетические алгоритмы)».	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-8.1; ОПК-8.2; ОПК-8.3	Защита работы, тест	2
Тема 11. Оптимизация в информационных системах и ИИ.	Лекция 11. «Оптимизация в информационных системах и ИИ».	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-8.1; ОПК-8.2; ОПК-8.3	-	1
	Практическая работа 11. «Оптимизация в информационных системах и ИИ».	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-8.1; ОПК-8.2; ОПК-8.3	Защита работы, тест	4/2

Таблица 5

Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

№ п/п	Название раздела, темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
1.	Тема 1. «Введение в оптимизацию».	Методы оптимизации в условиях неопределённости: робастная и стохастическая постановки задач (ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-8.1; ОПК-8.2; ОПК-8.3)
2.	Тема 2. «Безусловная оптимизация функции одной переменной».	Сравнительный анализ методов золотого сечения и Ньютона для одномерной оптимизации (ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-8.1; ОПК-8.2; ОПК-8.3)
3.	Тема 3. «Безусловная оптимизация функции многих переменных».	Преимущества и ограничения градиентных методов в задачах большой размерности. (ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-8.1; ОПК-8.2; ОПК-8.3)
4.	Тема 4. «Условная оптимизация функции многих переменных».	Применение условий Куна–Такера и множителей Лагранжа в прикладных задачах ИТ и экономики (ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-8.1; ОПК-8.2; ОПК-8.3)
5.	Тема 5. «Линейное программирование».	Решение разреженных задач линейного программирования (ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-8.1; ОПК-8.2; ОПК-8.3)
6.	Тема 6. «Целочисленное программирование».	Гибридные методы решения сложных комбинаторных задач: ветви и границы, отсечения и эвристики (ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-8.1; ОПК-8.2; ОПК-8.3)
7.	Тема 7. «Многокритериальная оптимизация и принятие решений».	Визуализация множества Парето и поддержка выбора компромиссных решений (ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-8.1; ОПК-8.2; ОПК-8.3)
8.	Тема 8. «Вариационное исчисление».	От принципа наименьшего действия к уравнению Эйлера–Лагранжа в физических и инженерных моделях (ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-8.1; ОПК-8.2; ОПК-8.3)
9.	Тема 9. «Динамическое программирование».	Роль динамического программирования и уравнения Беллмана в методах обучения с подкреплением (ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-8.1; ОПК-8.2; ОПК-8.3)
10.	Тема 10. «Эволюционные методы оптимизации».	Использование генетических алгоритмов в задачах настройки сложных систем и моделей (ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-8.1; ОПК-8.2; ОПК-8.3)
11.	Тема 11. «Оптимизация в информационных системах и ИИ».	Ключевые оптимизационные задачи в современных облачных и интеллектуальных сервисах (ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-8.1; ОПК-8.2; ОПК-8.3)

5. Образовательные технологии

Таблица 6

Применение активных и интерактивных образовательных технологий

№ п/п	Тема и форма занятия		Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий (форм обучения)
1.	Тема 1. «Введение в оптимизацию».	ПЗ	Анализ конкретных ситуаций, интерактивные задания и тесты, мультимедийные презентации, видео и аудиоматериалы
2.	Тема 2. «Безусловная оптимизация функции одной переменной».	ПЗ	Мозговой штурм, интерактивные задания и тесты, мультимедийные презентации, видео и аудиоматериалы

№ п/п	Тема и форма занятия	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий (форм обучения)
3.	Тема 3. «Безусловная оптимизация функции многих переменных».	ПЗ Анализ конкретных ситуаций, интерактивные задания и тесты, мультимедийные презентации, видео и аудиоматериалы
4.	Тема 4. «Условная оптимизация функции многих переменных».	ПЗ Анализ конкретных ситуаций, интерактивные задания и тесты, мультимедийные презентации, видео и аудиоматериалы
5.	Тема 5. «Линейное программирование».	ПЗ Анализ конкретных ситуаций, интерактивные задания и тесты, мультимедийные презентации, видео и аудиоматериалы
6.	Тема 6. «Целочисленное программирование».	ПЗ Анализ конкретных ситуаций, интерактивные задания и тесты, мультимедийные презентации, видео и аудиоматериалы
7.	Тема 7. «Многокритериальная оптимизация и принятие решений».	ПЗ Анализ конкретных ситуаций, интерактивные задания и тесты, мультимедийные презентации, видео и аудиоматериалы
8.	Тема 8. «Вариационное исчисление».	ПЗ Анализ конкретных ситуаций, интерактивные задания и тесты, мультимедийные презентации, видео и аудиоматериалы
9.	Тема 9. «Динамическое программирование».	ПЗ Анализ конкретных ситуаций, интерактивные задания и тесты, мультимедийные презентации, видео и аудиоматериалы
10.	Тема 10. «Эволюционные методы оптимизации».	ПЗ Анализ конкретных ситуаций, интерактивные задания и тесты, мультимедийные презентации, видео и аудиоматериалы
11.	Тема 11. «Оптимизация в информационных системах и ИИ».	ПЗ Анализ конкретных ситуаций, интерактивные задания и тесты, проектная работа, мультимедийные презентации, видео и аудиоматериалы

6. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины

6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности

Примерное содержание практических работ

Практическая работа 1. Основы постановки задач оптимизации.

Цель: Научиться формализовать задачу оптимизации, выделять критерий, ограничения, допустимую область.

Задачи:

Проанализировать несколько прикладных примеров (распределение памяти, маршрут, планирование).

Построить математическую постановку задачи (переменные, критерий, ограничения).

Классифицировать задачу по типу (линейная, выпуклая, дискретная и т.п.).

Инструменты: Jupyter Notebook, Python (формулировка моделей), Latex/Markdown.

Оценка: Полнота постановки и обоснованность выбора типа задачи.

Практическая работа 2. Численные методы оптимизации одной переменной.

Цель: Освоить алгоритмы поиска минимума функции одной переменной.

Задачи:

Реализовать методы: деления пополам, золотого сечения, Ньютона.

Проверить сходимость на тестовых функциях.

Сравнить точность и количество итераций.

Инструменты: Python (numpy, matplotlib).

Оценка: Корректность реализации, качество сравнения, визуализация.

Практическая работа 3. Безусловная оптимизация функции многих переменных.

Цель: Изучить методы градиентного и безградиентного поиска минимума.

Задачи:

Реализовать метод градиентного спуска с адаптивным шагом.

Сравнить с результатом метода Ньютона.

Визуализировать траекторию сходимости для двумерной функции.

Инструменты: Python (numpy, matplotlib, plotly).

Оценка: Правильность алгоритма, графическая интерпретация, сравнительный анализ.

Практическая работа 4. Условная оптимизация (множители Лагранжа, Куна–Такера).

Цель: Решать задачи оптимизации при ограничениях.

Задачи:

Выписать функцию Лагранжа и условия Куна–Такера.

Решить аналитически простые тестовые задачи.

Проверить решение численно с помощью `scipy.optimize.minimize` (метод SLSQP).

Инструменты: Python (sympy, scipy.optimize).

Оценка: Корректность условий, аналитическая и численная проверка.

Практическая работа 5. Линейное программирование и транспортная задача.

Цель: Освоить постановку и решение задач ЛП.

Задачи:

Сформировать задачу ЛП (функция цели, ограничения).

Решить симплекс-методом в SciPy или PuLP.

Построить транспортную задачу и проанализировать двойственные переменные.

Инструменты: Python (PuLP, `scipy.optimize`), Excel Solver (опционально).

Оценка: Корректность модели, интерпретация результатов, экономический смысл решения.

Практическая работа 6. Целочисленное и смешанное программирование.

Цель: Научиться решать дискретные задачи оптимизации.

Задачи:

Сформулировать задачу назначения или раскроя.

Решить с помощью метода ветвей и границ (PuLP, OR-Tools).

Сравнить результат с линейной релаксацией.

Инструменты: Python (OR-Tools, PuLP).

Оценка: Полнота модели, корректность вычислений, интерпретация решения.

Практическая работа 7. Многокритериальная оптимизация и принятие решений.

Цель: Исследовать методы компромисса и построение множества Парето.

Основные шаги:

Сформулировать задачу с 2–3 критериями.

Построить множество Парето.

Реализовать методы: взвешенные суммы, последовательные уступки.

Инструменты: Python (`numpy`, `matplotlib`, `pandas`).

Оценка: Корректность построения, визуализация Парето, анализ компромиссов.

Практическая работа 8. Вариационное исчисление.

Цель: Освоить принципы оптимизации функционалов.

Задачи:

Вывести уравнение Эйлера–Лагранжа для заданного функционала.

Решить задачу Брахистохроны численно.

Сравнить аналитическое и численное решение.

Инструменты: Python (`sympy`, `scipy.integrate`).

Оценка: Правильность вывода и реализации, визуализация траектории.

Практическая работа 9. Динамическое программирование.

Цель: Освоить принцип Беллмана и его реализацию.

Задачи:

Сформулировать задачу (например, кратчайший путь или распределение ресурсов).

Реализовать рекурсию Беллмана.

Найти оптимальную стратегию и визуализировать.

Инструменты: Python (`networkx`, `numpy`).

Оценка: Корректность переходных уравнений, демонстрация построения оптимального решения.

Практическая работа 10. Эволюционные методы оптимизации (генетические алгоритмы).

Цель: Ознакомиться с принципами стохастической оптимизации.

Задачи:

Описать кодирование параметров (гены, хромосомы).

Реализовать базовый генетический алгоритм (GA) для задачи TSP или минимизации функции.

Исследовать влияние параметров (размер популяции, $p_{\text{кроссовера}}$, $p_{\text{мутации}}$).

Инструменты: Python (dear, random, matplotlib).

Оценка: Работоспособность алгоритма, анализ результатов, оформление отчёта.

Практическая работа 11. Оптимизация в информационных системах и ИИ.

Цель: Решение прикладной задачи.

Задачи:

Сформулировать задачу для прикладной области (ИС, ИИ).

Провести численные расчеты.

Сделать выводы.

Инструменты: Python.

Оценка: Работоспособность алгоритма, анализ результатов, оформление отчёта.

Вопросы для подготовки к устным опросам

Тема 1. Введение и постановка задач оптимизации.

1. Что называется задачей оптимизации, какие в ней основные элементы (переменные, критерий, ограничения, допустимое множество)?

2. В чём отличие линейной, нелинейной, выпуклой и дискретной задач оптимизации на уровне определений и геометрической интерпретации?

3. Приведите пример оптимизационной задачи из ИТ или ИИ и покажите, как её формализовать.

4. Что такое глобальный и локальный оптимум и как их различать на эвристическом уровне?

5. Какие виды неопределённости могут присутствовать в задачах оптимизации (в данных, модели, ограничениях)?

Тема 2. Одномерная безусловная оптимизация.

1. Как сформулировать задачу безусловной оптимизации функции одной переменной и какие типы экстремумов при этом рассматриваются?

2. В чём идея методов деления отрезка пополам и золотого сечения, как они используют свойство унимодальности функции?

3. В чём отличие метода Ньютона от методов, построенных только на значениях функции, и какие у него плюсы и минусы?

4. Какие критерии остановки обычно используют в численных методах одномерной оптимизации?

5. Какие особенности поведения методов проявляются на «плохих» функциях (плоские участки, разрывы производной, несколько минимумов)?

Тема 3. Безусловная оптимизация многих переменных.

1. Дайте определение задачи безусловной оптимизации в пространстве многих переменных и необходимых условий локального экстремума.

2. В чём основная идея метода градиентного спуска и как выбор шага влияет на сходимость?

3. Как интерпретируется матрица Гессе и что даёт метод Ньютона по сравнению с простым градиентным спуском?

4. Чем безградиентные методы отличаются от градиентных и когда их целесообразно использовать?

5. Почему начальное приближение и масштабирование переменных важны для поведения алгоритмов многомерной оптимизации?

Тема 4. Условная оптимизация, Лагранж, Кун–Такер.

1. В чём идея метода множителей Лагранжа для задач с ограничениями-равенствами, как строится функция Лагранжа?

2. Какова интуитивная интерпретация множителей Лагранжа (сенситивность, теневые цены)?

3. Какие компоненты входят в условия Куна–Такера для задач с неравенствами (стационарность, допустимость, дополняющая нежёсткость)?

4. В каких случаях условия Куна–Такера являются не только необходимыми, но и достаточными для оптимальности?

5. Как метод штрафных функций превращает задачу с ограничениями в последовательность задач без ограничений?

Тема 5. Линейное программирование.

1. Сформулируйте общую задачу линейного программирования и её каноническую форму.

2. Какова геометрическая интерпретация задач ЛП и почему оптимум достигается в вершине допустимого многогранника?

3. В чём идея симплекс-метода: как он «ходит» по вершинам и по какому принципу выбирает соседнюю вершину?

4. Что такое двойственная задача, как интерпретировать двойственные переменные с экономической точки зрения?

5. Чем транспортная задача и игра с нулевой суммой вписываются в рамки линейного программирования?

Тема 6. Целочисленное программирование.

1. Чем задача целочисленного программирования принципиально отличается от обычного ЛП, в чём источник сложности?

2. Какие типы моделей выделяют: полностью целочисленные, смешанные целочисленные, булевы, и какие типичные примеры для них приводят?

3. В чём состоит идея метода ветвей и границ на уровне дерева задач и оценок сверху/снизу?

4. Что такое дробные решения в контексте ЛП-релаксации и как методы отсечений (например, Гомори) помогают их устранять?

5. Какие практические ограничения (масштабируемость, время работы, размерность) возникают при решении задач целочисленного программирования?

Тема 7. Многокритериальная оптимизация и решения.

1. Что такое векторный критерий и чем многокритериальная оптимизация отличается от скалярной?

2. Дайте определение множества Парето и поясните интуитивный смысл Парето-оптимальности.

3. Для чего нужна нормализация критериев перед применением методов свёртки?

4. В чём суть методов компромисса: взвешенных сумм, утилитарных функций, последовательных уступок?

5. Какие простейшие критерии принятия решений при неопределённости (оптимизм, пессимизм, критерий Гурвица и т.п.) можно упомянуть?

Тема 8. Вариационное исчисление.

1. Чем задачи вариационного исчисления отличаются от задач конечно-мерной оптимизации, что оптимизируется?

2. Сформулируйте необходимое условие экстремума функционала в виде уравнения Эйлера–Лагранжа (словесно, без вывода).

3. Какие типовые физические или механические задачи приводят к уравнению Эйлера–Лагранжа (наикратчайшая линия, минимум действия и т.п.)?

4. Что такое граничные условия в задачах вариационного исчисления и как они влияют на вид решения?

5. Как связаны идеи вариационного исчисления с задачами оптимального управления?

Тема 9. Динамическое программирование.

1. Какова общая постановка задач, решаемых методом динамического программирования (состояния, управления, этапы)?

2. Сформулируйте принцип оптимальности Беллмана своими словами.

3. Что такое уравнение (или рекурсия) Беллмана и как оно используется для вычисления оптимального значения функции стоимости?

4. Приведите пример задачи кратчайшего пути или распределения ресурса, естественно формулирующейся через динамическое программирование.

5. В чём состоит «проклятие размерности» и как оно ограничивает применение классического динамического программирования?

Тема 10. Эволюционные методы и генетические алгоритмы.

1. В чём общая идея эволюционных методов оптимизации и чем они отличаются от градиентных подходов?

2. Объясните основные понятия генетического алгоритма: ген, хромосома, популяция, функция приспособленности.

3. Какова роль операторов селекции, скрещивания и мутации в генетическом алгоритме?

4. Какие параметры ГА сильнее всего влияют на баланс разведки и эксплуатации (поиск новых областей и доработка найденных решений)?

5. В каких ситуациях генетический алгоритм предпочтителен по сравнению с классическими детерминированными методами оптимизации?

Тема 11. Оптимизация в информационных системах и ИИ.

1. Какие типовые задачи оптимизации возникают в информационных системах (распределение ресурсов, планирование, маршрутизация, балансировка нагрузки) и как их обычно формализуют?

2. Как формулируются задачи оптимизации в машинном обучении: что такое модель, функция потерь и алгоритм оптимизации, и какую роль играет градиентный спуск?

3. Какие проблемы возникают при оптимизации сложных моделей (локальные минимумы, седловые точки, плато, переобучение) и как на них влияют выбор шага, регуляризация и стохастичность?

4. В чём идея оптимизации гиперпараметров (grid search, random search, байесовская оптимизация) и почему для современных моделей важно использовать продвинутые методы вместо полного перебора?

5. Приведите пример задачи оптимального распределения вычислительных ресурсов или времени работы сервиса и объясните, как можно использовать методы оптимизации (градиентные, комбинаторные, байесовские) для её решения.

Примерные вопросы к экзамену

1. Дайте общее определение задачи оптимизации. Что такое критерий оптимальности, ограничения, допустимое множество, глобальный и локальный оптимум?

2. Классификация задач оптимизации: линейные, нелинейные, выпуклые, дискретные, многокритериальные, с неопределённостью. Примеры из ИТ и ИИ.

3. Необходимые и достаточные условия экстремума для функции одной и многих переменных. Роль первой и второй производной/Гессеана.

4. Методы одномерной оптимизации (половинного деления, золотого сечения, Ньютона): идея, сходимость, плюсы и минусы.

5. Метод градиентного спуска: вывод направления спуска, выбор шага, критерии остановки, чувствительность к начальному приближению.

6. Метод Ньютона и квазиньютоновские методы: идея, область применимости, сравнение с методами первого порядка.
7. Безградиентные методы (Хука–Дживса, Нелдера–Мида): когда их применение оправдано и какие у них ограничения.
8. Геометрическая интерпретация условного экстремума. Метод множителей Лагранжа для ограничений-равенств.
9. Условия Куна–Такера для задач с ограничениями-неравенствами: формулировка и смысл каждой группы условий.
10. Методы штрафных и барьерных функций, идея проекционных методов.
11. Каноническая и стандартная формы задачи линейного программирования, геометрическая интерпретация, теорема о вершине.
12. Симплекс-метод, базисные и небазисные переменные, критерий оптимальности.
13. Двойственная задача: формирование, интерпретация двойственных оценок и экономический смысл.
14. Постановка транспортной задачи, методы её решения, связь с общим ЛП.
15. Понятие задачи целочисленного и смешанного целочисленного программирования, типичные прикладные примеры (назначения, раскрой, размещение).
16. Метод ветвей и границ: структура дерева, оценки сверху/снизу, правила отсечения.
17. Методы отсечений (идея сечений Гомори) и комбинированные алгоритмы (ветви и отсечения).
18. Векторный критерий, понятие Парето-оптимального решения и множества Парето.
19. Методы свёртки критериев: взвешенная сумма, утилитарные функции, особенности выбора весов.
20. Метод последовательных уступок: алгоритмическая схема и интерпретация результатов.
21. Простые критерии принятия решений в условиях неопределённости (maximin, maximax, критерий Гурвица и т.п.).
22. Задачи вариационного исчисления: функционал, класс допустимых функций, физический смысл.
23. Необходимое условие экстремума функционала (уравнение Эйлера–Лагранжа), примеры типовых задач (Брахистохрона, наикратчайшая линия).
24. Постановка задач динамического программирования: состояния, управление, этапы, критерий качества.
25. Принцип оптимальности Беллмана и уравнение Беллмана, пример задачи кратчайшего пути или распределения ресурсов.
26. «Проклятие размерности» в динамическом программировании и идея приближённых методов.
27. Общая идея эволюционных методов и генетических алгоритмов: представление решений, операторы, критерии останова.
28. Тюнинг параметров генетических алгоритмов (размер популяции, вероятности скрещивания и мутации), проблема преждевременной сходимости и поддержание разнообразия.

29. Оптимизация в информационных системах: примеры задач распределения ресурсов, планирования, потоков в сетях и их формализация как задач программирования.

30. Оптимизация в машинном обучении: модель, функция потерь, градиентный спуск и его модификации (SGD, Adam и др.), влияние настроек на обучение.

31. Подходы к оптимизации гиперпараметров: grid search, random search, байесовская и эволюционная оптимизация; их плюсы и минусы.

Тесты

Тема 1. Введение в оптимизацию

Вопрос 1.1: Какой из перечисленных элементов НЕ входит в постановку задачи оптимизации?

- А) Критерий оптимальности
- Б) Допустимое множество
- В) История развития предприятия

Вопрос 1.2: Какая задача оптимизации относится к дискретным?

- А) Минимизация непрерывной функции на вещественной оси
- Б) Задача коммивояжера (поиск оптимального маршрута)
- В) Поиск минимума квадратичной функции

Вопрос 1.3: Выпуклая функция имеет следующее свойство:

- А) Любой локальный минимум является глобальным минимумом
- Б) Может иметь бесконечное число локальных минимумов
- В) Всегда возрастает на своей области определения

Вопрос 1.4: Какой класс задач является наиболее общим?

- А) Линейное программирование
- Б) Нелинейная оптимизация с ограничениями
- В) Выпуклая оптимизация

Вопрос 1.5: Множество Парето в многокритериальной оптимизации — это:

- А) Множество всех допустимых решений
- Б) Множество решений, где улучшение по одному критерию приводит к ухудшению по другому
- В) Множество неоптимальных решений

Тема 2. Безусловная оптимизация функции одной переменной

Вопрос 2.1: Метод золотого сечения для одномерной оптимизации относится к:

- А) Методам первого порядка (использующим производные)
- Б) Безградиентным методам
- В) Методам второго порядка

Вопрос 2.2: Какое необходимое условие экстремума функции одной переменной в точке x^* ?

- А) $f'(x^*) = 0$ и $f''(x^*) > 0$ (для минимума)
- Б) $f'(x^*) = 0$
- В) $f(x^*) > 0$

Вопрос 2.3: Метод половинного деления сужает интервал неопределённости путём:

- А) Деления интервала пополам и выбора половины с более низким значением функции
- Б) Использования производной функции
- В) Построения квадратичной аппроксимации

Вопрос 2.4: Какая достаточная условие гарантирует, что x^* — локальный минимум?

- А) $f'(x^*) = 0$ и $f''(x^*) > 0$
- Б) $f'(x^*) > 0$
- В) $f(x^*) = 0$

Вопрос 2.5: Метод Ньютона для одномерной оптимизации использует:

- А) Только значения функции
- Б) Первую производную
- В) Первую и вторую производные

Тема 3. Безусловная оптимизация функции многих переменных

Вопрос 3.1: Градиент функции $f(\mathbf{x})$ в точке $\mathbf{x}^*$ указывает:

- А) На направление наискорейшего возрастания функции
- Б) На оптимальное решение
- В) На глобальный минимум

Вопрос 3.2: В методе градиентного спуска выбор длины шага влияет на:

- А) Только на скорость сходимости
- Б) Только на точность решения
- В) На скорость сходимости и точность решения

Вопрос 3.3: Матрица Гессе $H(\mathbf{x})$ — это матрица:

- А) Первых производных
- Б) Вторых частных производных
- В) Смешанных произведений

Вопрос 3.4: Метод Ньютона для многомерной оптимизации требует вычисления:

- А) Только градиента
- Б) Градиента и матрицы Гессе

- В) Третьих производных

Вопрос 3.5: Необходимое условие локального минимума функции многих переменных:

- А) $\nabla f(\mathbf{x}^*) = \mathbf{0}$
- Б) $\nabla^2 f(\mathbf{x}^*) > 0$ (положительно определённая матрица Гессе)
- В) $f(\mathbf{x}^*) \rightarrow \infty$

Тема 4. Условная оптимизация функции многих переменных

Вопрос 4.1: Метод множителей Лагранжа используется для:

- А) Решения задач без ограничений
- Б) Решения задач с ограничениями-равенствами
- В) Решения задач линейного программирования

Вопрос 4.2: Условия Куна–Такера обобщают метод множителей Лагранжа на случай:

- А) Только ограничений-равенств
- Б) Ограничений-неравенств и равенств
- В) Отсутствия ограничений

Вопрос 4.3: В методе штрафных функций штраф добавляется к целевой функции:

- А) За нарушение ограничений
- Б) За медленную сходимость
- В) За использование большого количества переменных

Вопрос 4.4: Множитель Лагранжа λ для ограничения имеет интерпретацию:

- А) Скорость изменения оптимального значения целевой функции при изменении ограничения
- Б) Вес переменной в оптимальном решении
- В) Коэффициент масштабирования переменных

Вопрос 4.5: Для задачи условной оптимизации с активным ограничением-неравенством условие ККТ требует:

- А) Обнуления произведения множителя на ограничение (условие дополняющей нежёсткости)
- Б) Равенства ограничения нулю
- В) Положительности всех множителей

Тема 5. Линейное программирование

Вопрос 5.1: Симплекс-метод решает задачи линейного программирования путём:

- А) Прямого обхода всех вершин многогранника допустимых решений

- Б) Движения по рёбрам многогранника из одной вершины в соседнюю с улучшением целевой функции
- В) Случайного поиска оптимального решения

Вопрос 5.2: Двойственная задача линейного программирования служит для:

- А) Проверки оптимальности решения исходной задачи
- Б) Получения нижней оценки значения целевой функции
- В) А и Б

Вопрос 5.3: В транспортной задаче требуется минимизировать:

- А) Время доставки груза
- Б) Стоимость доставки при условии удовлетворения спроса и предложения
- В) Расстояние между пунктами

Вопрос 5.4: Каноническая форма задачи линейного программирования включает:

- А) Только ограничения-неравенства
- Б) Только ограничения-равенства
- В) Ограничения-равенства и условия неотрицательности

Вопрос 5.5: Теневая цена (dual variable) в симплекс-методе показывает:

- А) Скорость изменения оптимального значения целевой функции при изменении правой части ограничения
- Б) Стоимость единицы ресурса
- В) А и Б

Тема 6. Целочисленное программирование

Вопрос 6.1: Отличие целочисленного программирования от линейного:

- А) Требование целочисленности переменных или их части
- Б) Наличие нелинейных ограничений
- В) Увеличение числа переменных

Вопрос 6.2: Метод ветвей и границ используется для:

- А) Эффективного поиска оптимального целочисленного решения
- Б) Решения только линейных задач
- В) Исключения дробных решений без разветвления

Вопрос 6.3: В методе ветвей и границ верхняя граница (upper bound) получается из:

- А) Решения релаксации (ослабленной задачи без требования целочисленности)
- Б) Целочисленного решения, найденного эвристикой
- В) Теоретических оценок

Вопрос 6.4: Метод отсечений Гомори служит для:

- А) Добавления ограничений, исключающих дробные решения релаксации
- Б) Разделения задачи на подзадачи
- В) Поиска целочисленной части решения

Вопрос 6.5: Задача о назначениях в целочисленном программировании решается быстро благодаря:

- А) Использованию венгерского алгоритма (специализированный алгоритм для структуры задачи)
- Б) Простоте целевой функции
- В) Отсутствию ограничений

Тема 7. Многокритериальная оптимизация и принятие решений

Вопрос 7.1: Множество Парето содержит:

- А) Все допустимые решения
- Б) Решения, не доминируемые ни одним другим решением по всем критериям одновременно
- В) Только оптимальные по одному критерию решения

Вопрос 7.2: Метод взвешенных сумм критериев служит для:

- А) Скаляризации векторной целевой функции в одномерную задачу
- Б) Независимого решения каждого критерия
- В) Исключения некоторых критериев

Вопрос 7.3: Нормализация критериев в многокритериальной оптимизации необходима для:

- А) Приведения критериев с разными единицами измерения к сопоставимому масштабу
- Б) Увеличения числа критериев
- В) Исключения критериев

Вопрос 7.4: Метод последовательных уступок предполагает:

- А) Оптимизацию по одному критерию, затем по остальным с допустимыми потерями по первому
- Б) Одновременную оптимизацию всех критериев
- В) Случайный выбор решения из множества Парето

Вопрос 7.5: Утилитарная функция в многокритериальной оптимизации — это:

- А) Сумма нормализованных критериев, взвешенная по важности
- Б) Одна из отдельных целевых функций
- В) Функция штрафов за нарушения

Тема 8. Вариационное исчисление

Вопрос 8.1: Уравнение Эйлера–Лагранжа используется для поиска:

- А) Экстремумов функции многих переменных

- Б) Экстремумов функционала (функции от функции)
- В) Корней полинома

Вопрос 8.2: Задача брахистохроны ищет:

- А) Кривую наискорейшего спуска под действием гравитации
- Б) Самую длинную кривую между двумя точками
- В) Прямую линию между двумя точками

Вопрос 8.3: Вариационное исчисление применяется в физике для:

- А) Поиска оптимальных траекторий движения, минимизирующих действие
- Б) Описания только статических систем
- В) Решения только линейных дифференциальных уравнений

Вопрос 8.4: Первая вариация функционала обнуляется в точке экстремума аналогично:

- А) Обнулению производной функции в критической точке
- Б) Обнулению функции в корне
- В) Обнулению интеграла

Вопрос 8.5: Условие трансверсальности в вариационном исчислении связано с:

- А) Граничными условиями, когда граница не фиксирована
- Б) Только с внутренними точками области
- В) С независимостью от краевых условий

Тема 9. Динамическое программирование

Вопрос 9.1: Принцип оптимальности Беллмана гласит:

- А) Оптимальная политика обладает свойством, что какой бы ни было начальный шаг, оставшиеся шаги должны составлять оптимальную политику относительно состояния, возникшего после первого шага
- Б) Любое решение можно разбить на оптимальные подзадачи
- В) Динамическое программирование применимо только к линейным задачам

Вопрос 9.2: Уравнение Беллмана (уравнение динамического программирования) имеет вид:

- А) Рекуррентного соотношения, связывающего значения функции стоимости на разных этапах
- Б) Дифференциального уравнения первого порядка
- В) Системы линейных уравнений

Вопрос 9.3: Задача о кратчайшем пути в графе решается динамическим программированием путём:

- А) Последовательного вычисления минимальной стоимости достижения каждого узла

- Б) Перебора всех возможных маршрутов
- В) Случайного блуждания по графу

Вопрос 9.4: Проблема «проклятия размерности» в динамическом программировании возникает при:

- А) Увеличении числа переменных состояния, что приводит к экспоненциальному росту вычислений
- Б) Уменьшении числа переменных
- В) Использовании отрицательных весов рёбер

Вопрос 9.5: Динамическое программирование применяется в обучении с подкреплением (Reinforcement Learning) при:

- А) Поиске оптимальной политики агента путём накопления опыта (Q-learning, SARSA)
- Б) Только в задачах классификации
- В) В задачах регрессии с линейными зависимостями

Тема 10. Эволюционные методы оптимизации

Вопрос 10.1: Генетический алгоритм моделирует:

- А) Эволюцию популяции решений на основе принципов естественного отбора
- Б) Только детерминированную оптимизацию
- В) Исключительно конвексные функции

Вопрос 10.2: В генетическом алгоритме операция «мутация» служит для:

- А) Внесения случайных изменений в решения для исследования пространства поиска
- Б) Исключения худших решений из популяции
- В) Скрещивания двух решений

Вопрос 10.3: Операция «скрещивание» (crossover) в генетическом алгоритме:

- А) Создаёт новые решения путём комбинирования частей двух родительских решений
- Б) Удаляет наихудшие решения
- В) Увеличивает размер популяции без создания новых решений

Вопрос 10.4: Селекция в генетическом алгоритме выбирает родителей на основе:

- А) Их приспособленности (fitness) — чем выше, тем вероятнее выбор
- Б) Случайного выбора без учёта качества
- В) Только самого старого решения в популяции

Вопрос 10.5: Задача коммивояжера эффективно решается генетическим алгоритмом благодаря:

- А) Возможности работы с задачами, не имеющими простой структуры, и способности избегать локальных минимумов через мутации и скрещивания
- Б) Гарантии нахождения глобального оптимума
- В) Применимости только к этой задаче

Тема 11. Оптимизация в информационных системах и ИИ

Вопрос 11.1: В машинном обучении градиентный спуск используется для:

- А) Минимизации функции потерь (loss function) при обучении моделей
- Б) Только для решения задач линейной регрессии
- В) Выбора гиперпараметров без использования данных

Вопрос 11.2: Оптимизатор Adam отличается от стандартного SGD (Stochastic Gradient Descent) использованием:

- А) Адаптивных скоростей обучения для каждого параметра на основе моментов градиентов
- Б) Только первого момента градиентов
- В) Полного перебора всех данных на каждом шаге

Вопрос 11.3: Байесовская оптимизация используется для:

- А) Оптимизации дорогостоящих функций, таких как настройка гиперпараметров сложных моделей
- Б) Только линейной регрессии
- В) Исключительно задач целочисленного программирования

Вопрос 11.4: Задачи оптимизации в информационных системах включают:

- А) Распределение ресурсов (CPU, память, сетевая пропускная способность), балансировку нагрузки, оптимизацию бизнес-процессов
- Б) Только выбор типов данных
- В) Только архитектурные решения без оптимизации

Вопрос 11.5: Проблема оптимизации в нейронных сетях (невыпуклая оптимизация) решается путём:

- А) Использования стохастических градиентных методов (SGD, Adam, RMSprop) с инициализацией и регуляризацией для поиска хороших локальных минимумов
- Б) Гарантированного нахождения глобального минимума
- В) Отказа от численных методов в пользу аналитического решения

6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

В первом и втором семестрах для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенции по дисциплине может применяться **балльно-рейтинговая** система контроля и оценки успеваемости студентов.

В основу балльно-рейтинговой системы (БРС) положены принципы, в соответствии с которыми формирование рейтинга студента осуществляется в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации знаний.

Максимальное количество баллов, которое может набрать студент за работу в семестре - 200 баллов. Из них 100 баллов - текущая работа, 40 - премиальные баллы (могут быть начислены за активную работу на занятиях, выполнение дополнительных заданий, участие в профильных мероприятиях), 60 баллов - промежуточная аттестация. Студент допускается к сдаче экзамена при достижении рейтинга 60 баллов.

Оценка знаний студента формируется как сумма баллов за текущую работу и промежуточную аттестацию.

Текущая работа состоит из выполнения и защит практических работ, прохождении тестов, выполнении кейсов.

Тесты (0-11 баллов). Каждый выполненный тест оценивается в 1 балл.

Защита работ (0-55 баллов). Каждая выполненная и сданная работа оценивается от 0 до 5 баллов.

5 баллов - ставится при наличии незначительных неточностей в ответе.

4 балла - при наличии негрубых ошибок в ответе, которые не привели к ложным выводам и неверному пониманию сути вопроса.

3 балла - сделаны неверные выводы по применяемым методам, при этом общее понимание применяемых методов не искажено.

0-2 балла - нарушена логика в понимании применяемых методов.

Устный опрос (тема 1) оценивается от 0 до 5 баллов.

Участие в интерактивных занятиях может быть зачтено активным студентам как участие в опросе по теме, на котором применялись интерактивные технологии.

На экзамене студент может получить максимальное количество баллов равное 60. Далее итоговая оценка определяется следующим образом.

Промежуточный контроль в пятом семестре – экзамен.

Таблица 7

Шкала оценивания (средний балл)	Экзамен
> 140	Отлично
120-140	Хорошо
101-119	Удовлетворительно
0-100	Неудовлетворительно

Положительными оценками, при получении которых дисциплина засчитывается в качестве пройденной, являются оценки «удовлетворительно», «хорошо» и «отлично».

Если получена оценка «неудовлетворительно» по дисциплине, то необходимо, после консультации с преподавателем, в течение 10 календарных дней следующего семестра подготовить ответы на ряд вопросов, предусмотренных программой обучения, и представить результаты этих ответов преподавателю.

Критерии оценивания результатов обучения

Таблица 8

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку «отлично» заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – высокий.
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку «хорошо» заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – хороший (средний).
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – достаточный.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, не сформированы.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1 Основная литература

1. Кудрявцев, К. Я. Методы оптимизации : учебное пособие для вузов / К. Я. Кудрявцев, А. М. Прудников. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 114 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-21189-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/559518> (дата обращения: 07.07.2025).

2. Трофимов, В. В. Алгоритмизация и программирование : учебник для вузов / В. В. Трофимов, Т. А. Павловская. — 4-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 108 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-20430-8. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/562040> (дата обращения: 15.08.2025).

3. Демичев, В. В. Алгоритмизация и программирование: Учебное пособие / В. В. Демичев, Д. В. Быков, Д. Э. Храмов [и др.]; рец. С.Г. Сальников; Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева (Москва). — Электрон. текстовые дан. — Москва, 2024. — 248 с. — Коллекция: Учебная и учебно-методическая литература. — Свободный доступ из сети Интернет (чтение, печать, копирование). — Режим доступа :

http://elib.timacad.ru/dl/full/s17122024AP_v3.pdf. - Загл. с титул. экрана. — Электрон. версия печ. публикации. —

<URL:http://elib.timacad.ru/dl/full/s17122024AP_v3.pdf>.

4. Крупский, В. Н. Теория алгоритмов. Введение в сложность вычислений : учебник для вузов / В. Н. Крупский. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 91 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-21288-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/563580> (дата обращения: 15.08.2025).

5. Федоров, Д. Ю. Программирование на python : учебное пособие для вузов / Д. Ю. Федоров. — 6-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 187 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-19666-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/556864> (дата обращения: 15.08.2025).

7.2 Дополнительная литература

1. Зыков, С. В. Программирование : учебник и практикум для вузов / С. В. Зыков. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 285 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-16031-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/560815> (дата обращения: 10.08.2025).

2. Численные методы : учебник и практикум для вузов / под редакцией У. Г. Пирумова. — 5-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 421 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-03141-6. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/510769> (дата обращения: 07.06.2025).

3. Бородин, А. И. Методы оптимизации в экономике и финансах : учебник для вузов / А. И. Бородин, И. Ю. Выгодчикова, М. А. Горский. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 157 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-15218-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/568245> (дата обращения: 09.05.2025).

4. Сухарев, А. Г. Численные методы оптимизации : учебник и практикум для вузов / А. Г. Сухарев, А. В. Тимохов, В. В. Федоров. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 367 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-17381-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/538182> (дата обращения: 03.07.2025).

5. Грэхем Р., Кнут Д., Паташник О. Конкретная математика. Основание информатики : пер. с англ. / под ред. Ю. В. Кирютенко. — 2-е изд. — М. : Вильямс, 2009. — 784 с. — ISBN 978-5-8459-1588-6.

6. Кормен, Т. Х. Алгоритмы: построение и анализ / Томас Х. Кормен, Чарльз Э. Лейзерсон, Рональд Л. Ривест, Клиффорд Штайн; пер. с англ. под ред. И. В. Красикова. — 2-е изд. — М. : Вильямс, 2012. — 1296 с. — ISBN 978-5-8459-1794-2.

7. Методы оптимизации : учебник и практикум для вузов / Ф. П. Васильев, М. М. Потапов, Б. А. Будаков, Л. А. Артемьева ; под редакцией Ф. П. Васильева. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 375 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-6157-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/560070> (дата обращения: 21.08.2025).

8. Стивенс, Род. Алгоритмы. Теория и практическое применение: [численные алгоритмы, структуры данных, методы работы с массивами, связанными списками и сетями] / Род Стивенс; [пер.: Кириленко Вадим, Волошко Роман Владимирович]. — Москва: Э, 2016. — 542, с. : ил., табл.; 24 см. — (Мировой компьютерный бестселлер). — ISBN 978-5-699-81729-0.

9. Navarro G., Nekrich Y. Top-k Document Retrieval in Compressed Space // Proceedings of the 2025 Annual ACM-SIAM Symposium on Discrete Algorithms (SODA). — Philadelphia: SIAM, 2025. — P. 4009–4030. — DOI: 10.1137/1.9781611978322.137.

10. Cheng S.-W., Huang H. Fréchet Distance in Subquadratic Time // Proceedings of the 2025 Annual ACM-SIAM Symposium on Discrete Algorithms (SODA). — Philadelphia : SIAM, 2025. — P. 5100–5113. — DOI: 10.1137/1.9781611978322.173.

11. Ellert J., Gawrychowski P., Górkiewicz A., Starikovskaya T. Faster two-dimensional pattern matching with k mismatches // Proceedings of the 2025 Annual ACM-SIAM Symposium on Discrete Algorithms (SODA). — Philadelphia : SIAM, 2025. — P. 4031–4060. — DOI: 10.1137/1.9781611978322.138.

12. Charizanos, G., Demirhan, H., & İcen, D. (2025). Binary classification with fuzzy-Bayesian logistic regression using Gaussian fuzzy numbers. *Intelligent Systems with Applications*, 26, 200494. <https://doi.org/10.1016/j.iswa.2025.200494>

13. K. Taha, P. D. Yoo, C. Yeun and A. Taha, "Text Classification Techniques: A Holistic Review, Observational Analysis, and Experimental Investigation," in *Big Data Mining and Analytics*, vol. 8, no. 3, pp. 624-660, June 2025, doi: 10.26599/BDMA.2024.9020092.

7.3 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

1. Кудрина, Е. В. Основы алгоритмизации и программирования на языке С# : учебное пособие для вузов / Е. В. Кудрина, М. В. Огнева. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 322 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-09796-2. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/517285> (дата обращения: 18.08.2022).

2. Кочегурова, Е. А. Теория и методы оптимизации : учебное пособие для вузов / Е. А. Кочегурова. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 133 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-10090-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/490136> (дата обращения: 18.08.2022).

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. MIT OpenCourseWare – 15.093J Optimization Methods (<https://ocw.mit.edu/courses/15-093j-optimization-methods-fall-2009/>).

2. MIT OpenCourseWare – Introduction to Convex Optimization (6.079) (<https://ocw.mit.edu/courses/6-079-introduction-to-convex-optimization-fall-2009/>).

3. Optimization Methods for Machine Learning (BIMSA lecture notes) (<https://bimsa.net/doc/notes/31339.pdf>).

4. Optimization in Machine Learning (LMU) (https://slds-lmu.github.io/web-site_optimization/).

5. ORF522: Linear and Nonlinear Optimization (Princeton) (<https://stella.to/teaching/orf522/2022/>).

6. Книга и сайт «Convex Optimization» (Boyd & Vandenberghe) (<https://www.colorado.edu/cs/csci-5254-convex-optimization-and-its-applications>).

7. Lecture Notes Optimization III (Ben-Tal, Nemirovski et al.) (<https://www2.isye.gatech.edu/~nemirovs/OPTIIILN2023Spring.pdf>).

8. An Introduction to Algorithms for Nonlinear Optimization (Gould, Leyffer) (<https://www.numerical.rl.ac.uk/media/people/nick-gould/GoulLeyf03.pdf>).

9. Optimization Methods in Management Science (<https://ocw.mit.edu/courses/15-053-optimization-methods-in-management-science-spring-2013/>).

10. Optimization Methods in Business Analytics (<https://ocw.mit.edu/courses/15-053x-optimization-methods-in-business-analytics-summer-2021/>).

11. Nonlinear Optimization I (Mateo Díaz, Fall 2024) (<https://mateodd25.github.io/nonlinear/>).

12. Список бесплатных курсов по оптимизации. Awesome Optimization Courses (GitHub) (<https://github.com/ebrahimpichka/awesome-optimization>).

13. Calculus and Optimization for Machine Learning (НИУ ВШЭ, OpenEdu) (https://openedu.ru/course/hse/calculus_optimization_ml/) - Открытый курс по анализу и оптимизации.

14. Современные численные методы оптимизации (А. В. Гасников, МФТИ) (<https://opt.mipt.ru/posobie.pdf>).
15. Официальный сайт Python. URL: <https://www.python.org/>.
16. Официальный сайт дистрибутива языков программирования Python и R Anaconda. URL: <https://www.anaconda.com/>.
17. Официальный сайт Росстата. URL: <https://rosstat.gov.ru/>.

9. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Таблица 9

Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплины	Наименование программы	Тип программы	Автор	Год разработки
1	Тема 1. «Введение в оптимизацию».	VS Code/LaTeX/Excel/Word/Anaconda (или свободно-распространяемые аналоги)	Кроссплатформенный текстовый редактор для разработчиков /Издательская система/ Редактор электронных таблиц/ Текстовый процессор/ Система управления пакетами и дистрибутив	Microsoft/LPPL/ Microsoft/Anaconda Inc. (или opensource)	2025/2023 /2007/2012 и позднее
2	Тема 2. «Безусловная оптимизация функции одной переменной».	VS Code/LaTeX/Excel/Word/Anaconda (или свободно-распространяемые аналоги)	Кроссплатформенный текстовый редактор для разработчиков /Издательская система/ Редактор электронных таблиц/ Текстовый процессор/ Система управления пакетами и дистрибутив	Microsoft/LPPL/ Microsoft/Anaconda Inc. (или opensource)	2025/2023 /2007/2012 и позднее
3	Тема 3. «Безусловная оптимизация функции многих переменных».	VS Code/LaTeX/Excel/Word/Anaconda (или свободно-распространяемые аналоги)	Кроссплатформенный текстовый редактор для разработчиков /Издательская система/ Редактор электронных таблиц/ Текстовый процессор/ Система управления пакетами и дистрибутив	Microsoft/LPPL/ Microsoft/Anaconda Inc. (или opensource)	2025/2023 /2007/2012 и позднее
4	Тема 4. «Условная оптимизация функции многих переменных».	VS Code/LaTeX/Excel/Word/Anaconda (или свободно-распространяемые аналоги)	Кроссплатформенный текстовый редактор для разработчиков /Издательская система/ Редактор электронных таблиц/	Microsoft/LPPL/ Microsoft/Anaconda Inc. (или opensource)	2025/2023 /2007/2012 и позднее

			Текстовый процессор/ Система управления пакетами и дистрибу- тив		
5	Тема 5. «Линейное программирование» .	VS Code/LaTeX /Excel/Word/Ana conda (или сво- бодно-распро- страняемые ана- логи)	Кроссплатформенный текстовый редактор для разработчиков /Издательская си- стема/ Редактор элек- тронных таблиц/ Тек- стовый процессор/ Система управления пакетами и дистрибу- тив	Mi- crosoft/LPPL/ Microsoft/Ana- conda Inc. (или opensource)	2025/2023 /2007/201 2 и позд- нее
6	Тема 6. «Целочисленное программирование ».	VS Code/LaTeX /Excel/Word/An aconda (или свободно-рас- пространяемые аналоги)	Кроссплатформен- ный текстовый ре- дактор для разработ- чиков /Издательская система/ Редактор электронных таблиц/ Текстовый процес- сор/ Система управ- ления пакетами и дистрибутив	Mi- crosoft/LPPL/ Microsoft/An- aconda Inc. (или open- source)	2025/202 3/2007/2 012 и позднее
7	Тема 7. «Многокритериаль- ная оптимизация и принятие решений».	VS Code/LaTeX /Excel/Word/An aconda (или свободно-рас- пространяемые аналоги)	Кроссплатформен- ный текстовый ре- дактор для разработ- чиков /Издательская система/ Редактор электронных таблиц/ Текстовый процес- сор/ Система управ- ления пакетами и дистрибутив	Mi- crosoft/LPPL/ Microsoft/An- aconda Inc. (или open- source)	2025/202 3/2007/2 012 и позднее
8	Тема 8. «Вариационное исчисление».	VS Code/LaTeX /Excel/Word/An aconda (или свободно-рас- пространяемые аналоги)	Кроссплатформен- ный текстовый ре- дактор для разработ- чиков /Издательская система/ Редактор электронных таблиц/ Текстовый процес- сор/ Система управ- ления пакетами и дистрибутив	Mi- crosoft/LPPL/ Microsoft/An- aconda Inc. (или open- source)	2025/202 3/2007/2 012 и позднее
9	Тема 9. «Динамическое программирование ».	VS Code/LaTeX /Excel/Word/An aconda (или свободно-рас- пространяемые аналоги)	Кроссплатформен- ный текстовый ре- дактор для разработ- чиков /Издательская система/ Редактор электронных таблиц/ Текстовый процес- сор/ Система	Mi- crosoft/LPPL/ Microsoft/An- aconda Inc. (или open- source)	2025/202 3/2007/2 012 и позднее

			управления пакетами и дистрибутив		
10	Тема 10. «Эволюционные методы оптимизации».	VS Code/LaTeX /Excel/Word/Anaconda (или свободно-распространяемые аналоги)	Кроссплатформенный текстовый редактор для разработчиков /Издательская система/ Редактор электронных таблиц/ Текстовый процессор/ Система управления пакетами и дистрибутив	Microsoft/LPPL/ Microsoft/Anaconda Inc. (или open-source)	2025/2023/2007/2012 и позднее
11	Тема 11. «Оптимизация в информационных системах и ИИ».	VS Code/LaTeX /Excel/Word/Anaconda (или свободно-распространяемые аналоги)	Кроссплатформенный текстовый редактор для разработчиков /Издательская система/ Редактор электронных таблиц/ Текстовый процессор/ Система управления пакетами и дистрибутив	Microsoft/LPPL/ Microsoft/Anaconda Inc. (или open-source)	2025/2023/2007/2012 и позднее

10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Таблица 10

Сведения об обеспеченности специализированными аудиториями, кабинетами, лабораториями

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	2
учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, учебная аудитория для проведения курсового проектирования (выполнения курсовых работ), учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации (2й учебный корпус, 102 ауд.)	Количество рабочих мест: 16 Встроенные сетевые адаптеры (Intel I219-V или Realtek RTL8111H), интерфейс RJ-45, скорость 10/100/1000 Мбит/с. Точки доступа: Ubiquiti UniFi AP AC Pro, стандарты IEEE 802.11a/b/g/n/ac, частоты 2.4 ГГц (450 Мбит/с) и 5 ГГц (1300 Мбит/с), поддержка MU-MIMO, питание PoE. Структурное подразделение: Институт Экономики и управления, Кафедра Статистики и кибернетики

учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, учебная аудитория для проведения курсового проектирования (выполнения курсовых работ), учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации (2й учебный корпус, 106 ауд.)	Корпус 2, Аудитория 106 Количество рабочих мест: 16 Встроенные сетевые адаптеры (Intel I219-V или Realtek RTL8111H), интерфейс RJ-45, скорость 10/100/1000 Мбит/с. Точки доступа: Ubiquiti UniFi AP AC Pro, стандарты IEEE 802.11a/b/g/n/ac, частоты 2.4 ГГц (450 Мбит/с) и 5 ГГц (1300 Мбит/с), поддержка MU-MIMO, питание PoE. Структурное подразделение: Институт Экономики и управления, Кафедра Статистики и кибернетики
учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, учебная аудитория для проведения курсового проектирования (выполнения курсовых работ), учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы (2й учебный корпус, 302 ауд.)	Корпус 2, Аудитория 302 Количество рабочих мест: 16 Встроенные сетевые адаптеры (Intel I219-V или Realtek RTL8111H), интерфейс RJ-45, скорость 10/100/1000 Мбит/с. Точки доступа: Ubiquiti UniFi AP AC Pro, стандарты IEEE 802.11a/b/g/n/ac, частоты 2.4 ГГц (450 Мбит/с) и 5 ГГц (1300 Мбит/с), поддержка MU-MIMO, питание PoE. Структурное подразделение: Институт Экономики управления, Кафедра Статистики и кибернетики
учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, учебная аудитория для проведения курсового проектирования (выполнения курсовых работ), учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации (1й учебный корпус, 212 ауд.)	Корпус 1, Аудитория 212 Количество рабочих мест: 24 Встроенные сетевые адаптеры (Intel I219-V или Realtek RTL8111H), интерфейс RJ-45, скорость 10/100/1000 Мбит/с. Точки доступа: Ubiquiti UniFi AP AC Pro, стандарты IEEE 802.11a/b/g/n/ac, частоты 2.4 ГГц (450 Мбит/с) и 5 ГГц (1300 Мбит/с), поддержка MU-MIMO, питание PoE. Структурное подразделение: Кафедра Цифровая кафедра
учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа	Корпус 1, Аудитория 214 Количество рабочих мест: 24 Встроенные сетевые адаптеры (Intel I219-V или Realtek

аудитория для проведения курсового проектирования (выполнения курсовых работ), учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации (1й учебный корпус, 214 ауд.)	RTL8111H), интерфейс RJ-45, скорость 10/100/1000 Мбит/с. Точки доступа: Ubiquiti UniFi AP AC Pro, стандарты IEEE 802.11a/b/g/n/ac, частоты 2.4 ГГц (450 Мбит/с) и 5 ГГц (1300 Мбит/с), поддержка MU-MIMO, питание PoE. Структурное подразделение: Кафедра Цифровая кафедра
Центральная научная библиотека имени Н.И. Железнова	Читальные залы библиотеки
Студенческое общежитие	Комната для самоподготовки

11. Методические рекомендации студентам по освоению дисциплины

Приступая к изучению дисциплины «Методы оптимизации», студенты должны ознакомиться с учебной программой, учебной, научной и методической литературой, имеющейся в библиотеке РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, получить в библиотеке рекомендованные учебники и учебно-методические пособия, завести новую тетрадь для работы с первоисточниками.

В ходе занятий вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

В ходе подготовки к практическим занятиям изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой в соответствии с поставленной задачей. При этом учесть рекомендации преподавателя и требования учебной программы. Необходимо дорабатывать свой конспект, делая в нем соответствующие записи из литературы, рекомендованной преподавателем и предусмотренной учебной программой.

При подготовке к экзамену (в конце семестра) повторять пройденный материал в строгом соответствии с учебной программой. Использовать конспекты и литературу, рекомендованную преподавателем. Обратит особое внимание на темы учебных занятий, пропущенных студентом по разным причинам. При необходимости обратиться за консультацией и методической помощью к преподавателю.

Виды и формы отработки пропущенных занятий

Студент, пропустивший занятия, обязан выполнить и защитить практические работы по теме пропущенных занятий. В рамках часов консультаций студент может сдать и защитить практические работы.

12. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине

Курс «Методы оптимизации» должен давать не абстрактно-формальные, а прикладные знания. Данная цель может быть реализована только при условии соблюдения в учебных планах преемственности учебных дисциплин. Базовые знания для изучения «Методы оптимизации» дают такие дисциплины, как «Линейная алгебра», «Математический анализ», «Теория вероятностей», «Математическая статистика», «Дискретная математика». Изучение основных тем данной дисциплины позволит студентам сформировать представление о предмете «Методы оптимизации», получить практические навыки решения основных оптимизационных задач и необходимые знания для последующего профессионального развития в этой области.

Студент может подготовить доклад по теме, представляющей его научный интерес, представить результаты в виде презентации. В случае надлежащего качества, его работа может быть заслушана на научном кружке кафедры или на студенческой научной конференции. По решению кафедры, студенты, занявшие призовые места на научных студенческих конференциях, могут освобождаться от сдачи экзамена по этой дисциплине.

Преподаватель должен указывать, в какой последовательности следует изучать материал дисциплины, обращать внимание на особенности изучения отдельных тем и разделов, помогать отбирать наиболее важные и необходимые сведения из учебных пособий, а также давать объяснения вопросам программы курса, которые обычно вызывают затруднения. При этом преподавателю необходимо учитывать следующие моменты:

1. Не следует перегружать студентов творческими заданиями.
2. Чередовать творческую работу на занятиях с заданиями во внеаудиторное время.
3. Давать студентам четкий инструктаж по выполнению самостоятельных заданий: цель задания; условия выполнения; объем; сроки; требования к оформлению.
4. Осуществлять текущий учет и контроль за самостоятельной работой.
5. Давать оценку и обобщать уровень усвоения навыков самостоятельной, творческой работы.

Программу разработал(и):

Калитвин В.А., канд. ф.-м. наук, доцент



(подпись)

РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу дисциплины Б1.О.16 Методы оптимизации ОПОП ВО по направлению 09.03.02 Информационные системы и технологии, направленности «Системная аналитика и разработка программного обеспечения», «Фуллстек разработка» (квалификация выпускника – бакалавр)

Иноземцевым Алексеем Ивановичем, доцентом кафедры высшей математики, кандидатом физико-математических наук (далее по тексту рецензент), проведено рецензирование рабочей программы дисциплины «Методы оптимизации» ОПОП ВО по направлению 09.03.02 Информационные системы и технологии, направленности «Системная аналитика и разработка программного обеспечения», «Фуллстек разработка» (бакалавриат) разработанной в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», на кафедре статистики и кибернетики (разработчик – Калитвин Владимир Анатольевич, доцент кафедры статистики и кибернетики).

Рассмотрев представленные на рецензирование материалы, рецензент пришел к следующим выводам:

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины «Методы оптимизации» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению 09.03.02 Информационные системы и технологии. Программа содержит все основные разделы, соответствует требованиям к нормативно-методическим документам.

2. Представленная в Программе актуальность учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО не подлежит сомнению – дисциплина относится к дисциплинам обязательной части – Б1.О.

3. Представленные в Программе цели дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО направления 09.03.02 Информационные системы и технологии.

4. В соответствии с Программой за дисциплиной «Методы оптимизации» закреплены 2 компетенции (6 индикаторов). Дисциплина «Методы оптимизации» и представленная Программа способна реализовать их в объявленных требованиях.

Результаты обучения, представленные в Программе в категориях знать, уметь, владеть соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.

5. Общая трудоёмкость дисциплины «Методы оптимизации» составляет 4 зачётные единицы (144 часа).

6. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «Методы оптимизации» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 09.03.02 Информационные системы и технологии и возможность дублирования в содержании отсутствует.

7. Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий, используемые при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.

8. Программа дисциплины «Методы оптимизации» предполагает проведение занятий в интерактивной форме.

9. Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО направления 09.03.02 Информационные системы и технологии.

10. Представленные и описанные в Программе формы текущей оценки знаний (устный опрос, защита практических работ), соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме экзамена в пятом семестре, что соответствует статусу дисциплины,

как дисциплины обязательной части – Б1.О ФГОС ВО направления 09.03.02. Информационные системы и технологии.

11. Формы оценки знаний, представленные в Программе, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

12. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 5 источников (базовые учебники), дополнительной литературой – 13 наименований, Интернет-ресурсы – 17 источников и соответствует требованиям ФГОС ВО направления 09.03.02 Информационные системы и технологии.

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Методы оптимизации» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

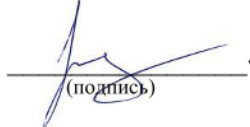
14. Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине «Методы оптимизации».

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенного рецензирования можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Методы оптимизации» ОПОП ВО по направлению 09.03.02 Информационные системы и технологии, направленности «Системная аналитика и разработка программного обеспечения», «Фуллстек разработ-ка» (квалификация выпускника – бакалавр), разработанная Калитвиным Владимиром Анатольевичем, доцентом, кандидатом физико-математических наук, соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент:

Иноземцев Алексей Иванович, доцент кафедры высшей математики, кандидат физико-математических наук



(подпись)

«26» августа 2025 г.