Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет имени В.А. Бондаренко»

Кафедра прикладной математики

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«Б1.Д.Б.16 Методы оптимизации»

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки
09.03.04 Программная инженерия
(код и наименование направления подготовки)

Разработка корпоративных систем и цифровых решений
(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Год набора 2026

Рабочая программа дисциплины «*Б1.Д.Б.16 Методы оптимизации*» рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра прикладной математики
наименование кафедры

протокол № _____от "___" _____ 20__г.

Заведующий кафедрой
Кафедра прикладной математики _____ И.П. Болодурина
наименование кафедры *подпись* *расшифровка подписи*

Исполнители:
Зав. кафедрой, д.т.н., профессор _____ И.П. Болодурина
должность *подпись* *расшифровка подписи*

СОГЛАСОВАНО:
Председатель методической комиссии по направлению подготовки
09.03.04 Программная инженерия _____ И.П. Болодурина
код наименование *личная подпись* *расшифровка подписи*

Заведующий отделом формирования фонда и научной обработки документов
_____ С.А. Викторова
личная подпись *расшифровка подписи*

Уполномоченный по качеству института
_____ С.Н. Морозова
личная подпись *расшифровка подписи*

№ регистрации _____

© Болодурина И.П., 2026
© ОГУ, 2026

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цель (цели) освоения дисциплины:

Формирование у обучающихся теоретико-практической базы в области методов математической оптимизации от классических методов минимизации и линейного программирования до дискретной оптимизации и графовых алгоритмов для решения прикладных задач разработки корпоративных систем и цифровых решений, включая оптимизацию производительности ПО, распределение ресурсов и маршрутизацию данных.

Задачи:

- освоение понятийного аппарата теории оптимизации, классификации оптимизационных задач и общих принципов построения математических моделей прикладных задач;
- изучение классических и современных методов безусловной и условной оптимизации функций одной и многих переменных;
- освоение методов линейного, целочисленного и нелинейного программирования, элементов выпуклого анализа;
- изучение дискретной оптимизации и графовых алгоритмов, применяемых в корпоративных ИТ-системах;
- формирование умения формализовать задачи ИТ-отрасли на языке математического моделирования и осуществлять обоснованный выбор методов их решения;
- развитие навыков программной реализации алгоритмов оптимизации с использованием специализированных библиотек и инструментов;
- формирование умения интерпретировать результаты численного решения задач оптимизации.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к базовой части блока Д «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *Б1.Д.Б.11 Основы программирования, Б1.Д.Б.13 Математика, Б1.Д.Б.22 Дискретная математика*

Постреквизиты дисциплины: *Б1.Д.В.13 Мониторинг и оптимизация производительности программного обеспечения*

3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	ОПК-1-В-1 Применяет основы естественнонаучных и общеинженерных знаний в профессиональной деятельности ОПК-1-В-2 Решает стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общеинженерных знаний,	**Знать:** понятийный аппарат теории оптимизации, классификацию оптимизационных задач, свойства выпуклых функций и множеств, основные теоремы линейного и нелинейного программирования, условия экстремума; классические и современные методы минимизации функций одной и многих переменных, методы линейного, целочисленного и нелинейного программирования, графовые алгоритмы.

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
	методов математического анализа и моделирования ОПК-1-В-3 Использует методы теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности	**Уметь:** идентифицировать тип оптимизационной задачи, формализовать прикладную задачу ИТ-отрасли на языке математического моделирования, выбирать адекватный метод оптимизации, проводить сравнительный анализ методов, интерпретировать результаты численного решения. **Владеть:** методами проверки выпуклости, приемами приведения задач к стандартным формам, классическими приемами решения задач оптимизации, навыками применения прикладных программных средств для численного решения экстремальных задач.
ОПК-7 Способен применять в практической деятельности основные концепции, принципы, теории и факты, связанные с информатикой	ОПК-7-В-2 Проводит моделирование и проектирование процессов и систем с применением современных инструментальных средств	**Знать:** основные концепции и принципы математического моделирования процессов и систем в информатике; типовые оптимизационные модели (линейные, целочисленные, нелинейные, графовые) и области их применения при проектировании корпоративных ИТ-систем; современные инструментальные средства, среды разработки и программные библиотеки для реализации и решения оптимизационных задач. **Уметь:** анализировать предметную область и выявлять параметры ИТ-систем, подлежащие оптимизации; формализовать бизнес-процессы и технические задачи в виде математических моделей (определять целевые функции, переменные и системы ограничений); выбирать адекватные алгоритмы и инструментальные средства для проектирования и программной реализации этих моделей; интерпретировать результаты численного моделирования для принятия обоснованных проектных решений. **Владеть:** навыками построения, отладки и верификации математических моделей прикладных задач информатики; практическими навыками работы с современными программными инструментами для моделирования и оптимизации ИТ-процессов; методами оценки корректности, вычислительной

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
		сложности и эффективности спроектированных оптимизационных решений.
ПК*-2 Способен разрабатывать и отлаживать программный код	ПК*-2-В-2 Формализует задачу ИТ отрасли в язык естественнонаучных дисциплин ПК*-2-В-3 Осуществляет обоснованный выбор методов и алгоритмов для программной реализации формальной математической модели	**Знать:** типовые задачи корпоратных ИТ-систем, сводимые к задачам оптимизации (оптимизация производительности, распределение ресурсов, маршрутизация, планирование расписаний), алгоритмы численных методов оптимизации, метаэвристические методы. **Уметь:** анализировать предметную область корпоративной системы, выявлять оптимизируемые параметры, формулировать целевую функцию и систему ограничений, разрабатывать алгоритмические процедуры для решения задач оптимизации, реализовывать методы на языках программирования (Python, C++), использовать специализированные библиотеки, настраивать параметры метаэвристических алгоритмов. **Владеть:** методикой построения математических моделей задач ИТ-отрасли, навыками программирования алгоритмов оптимизации, методами отладки и тестирования вычислительных процедур, приемами оптимизации кода, инструментами профилирования производительности реализованных алгоритмов.

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы (144 академических часа).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	6 семестр	всего
Общая трудоёмкость	**144**	**144**
Контактная работа:	**53,25**	**53,25**
Лекции (Л)	18	18
Лабораторные работы (ЛР)	34	34
Консультации	1	1
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,25	0,25
Самостоятельная работа: - выполнение индивидуального творческого задания (ИТЗ);	**90,75**	**90,75**

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	6 семестр	всего
- самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий; - изучение разделов курса в системе электронного обучения; - подготовка к лабораторным занятиям; - подготовка к рубежному контролю и т.п.)		
Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)	**экзамен**	

Разделы дисциплины, изучаемые в 6 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Общая постановка задачи оптимизации. Методы минимизации функции одной переменной.	20	2		4	14
2	Методы минимизации функций многих переменных.	26	4		4	18
3	Задача линейного и целочисленного программирования.	30	4		8	18
4	Элементы выпуклого анализа и методы условной оптимизации.	30	4		10	16
5	Дискретная оптимизация и графовые алгоритмы в корпоративных системах.	38	4		8	26
	Итого:	144	18		34	92
	Всего:	144	18		34	92

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Общая постановка задачи оптимизации. Методы минимизации функции одной переменной.

Постановка задачи оптимизации, виды задач оптимизации и основные положения теории оптимизации. Примеры содержательных задач на минимум и максимум в корпоративных ИТ-системах (подбор параметров конфигурации, настройка гиперпараметров). Теорема о сокращении интервала неопределенности. Методы минимизации функции одной переменной: деления отрезка пополам, золотого сечения, Фибоначчи, Ньютона, идея метода, геометрическая интерпретация, алгоритм и общая схема численного решения, программная реализация, сравнительный анализ методов.

Раздел 2. Методы минимизации функций многих переменных.

Постановка задачи безусловной оптимизации функций многих переменных. Методы минимизации функций многих переменных: наискорейшего спуска, сопряженных градиентов, конфигураций, Ньютона, квазиньютоновские методы, идея методов, геометрическая интерпретация, алгоритм и общая схема численного решения, программная реализация, сравнительный анализ методов. Применение в задачах машинного обучения, обучения нейронных сетей и калибровки моделей производительности корпоративных систем.

Раздел 3. Задача линейного и целочисленного программирования.

Задача линейного программирования: постановка задачи, примеры в логистике и распределении ресурсов ИТ-инфраструктуры. Графический метод решения задачи линейного программирования. Каноническая задача линейного программирования. Теоремы Данцига для задач линейного программирования. Симплекс-метод, идея метода, алгоритм и общая схема численного решения, программная реализация. Поиск начального базиса. Элементы двойственности в линейном

программировании и основные теоремы двойственности. Целочисленное программирование: алгоритм Гомори метода отсечений, метод ветвей и границ, идея методов, алгоритм, программная реализация. Транспортная задача: постановка и математическая модель транспортной задачи, свойства замкнутой модели, методы построения первого опорного решения, метод потенциалов.

Раздел 4. Элементы выпуклого анализа и методы условной оптимизации.

Выпуклые и сильно выпуклые функции и их свойства (основные теоремы). Критерии выпуклости гладких функций. Теоремы отделимости выпуклых множеств. Необходимые и достаточные условия условного экстремума. Теорема Куна-Таккера. Правило множителей Лагранжа для задач с ограничениями типа равенств и неравенств, для задач со смешанными ограничениями, идея метода, алгоритм, программная реализация. Понятие о двойственной задаче (основные теоремы). Теорема о штрафных функциях. Метод штрафных функций, метод барьерных функций, метод проекций градиентов, идея методов, геометрическая интерпретация, алгоритм и общая схема численного решения, программная реализация, условия сходимости методов. Применение в задачах условной оптимизации распределения вычислительных ресурсов.

Раздел 5. Дискретная оптимизация и графовые алгоритмы в корпоративных системах.

Постановка задач дискретной оптимизации. Графовые модели в корпоративных ИТ-системах. Задачи на графах: поиск кратчайшего пути (алгоритмы Дейкстры, Форда-Беллмана), задача о максимальном потоке (алгоритм Форда-Фалкерсона, Эдмондса-Карпа), задача о минимальном остовном дереве (алгоритмы Прима, Краскала), идея методов, алгоритм, программная реализация, сравнительный анализ. NP-трудные комбинаторные задачи: задача коммивояжера, задача о рюкзаке. Метаэвристические методы: генетические алгоритмы, имитация отжига, идея методов, алгоритм, программная реализация. Применение в маршрутизации сетевого трафика, планировании расписаний и балансировке нагрузки.

4.3 Лабораторные работы

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
1	1	Методы минимизации функции одной переменной	4
2	2	Методы минимизации функций многих переменных	4
3	3	Симплекс-метод для решения задачи линейного программирования	4
4	3	Целочисленное программирование и транспортная задача	4
5	4	Метод штрафных функций и метод множителей Лагранжа	6
6	4	Метод проекций градиента	4
7	5	Графовые алгоритмы оптимизации в сетевых моделях	4
8	5	Метаэвристические алгоритмы	4
		Итого:	34

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

1 Андреева Е.А. Вариационное исчисление и методы оптимизации: Учебное пособие / Е.А. Андреева , В.М. Цирулева. Оренбург : ГОУ ОГУ, ; Тверь: ТГУ 2004. - 575 с. - ISBN 5-7410-5412-5.

2. Лесин В.В. Основы методов оптимизации : учеб. пособие / В. В. Лесин, Ю. П. Лисовец.- 3-е изд., испр. - СПб. : Лань, 2011. - 342 с. - ISBN 978-5-8114-1217-4.

3. Пантелеев А. В. Методы оптимизации в примерах и задачах [Текст] : учеб. пособие / А. В. Пантелеева, Т. А. Летова. - М. : Высш. шк., 2002. - 544 с. - ISBN 5-06-004137-9.

5.2 Дополнительная литература

1. Амосов А.А., Дубинский Ю.А., Копченова Н.В. Вычислительные методы для инженеров: учебное пособие. - М. : Изд-во МЭИ, 2003. - 596 с. - ISBN 5-7046-0919-8.

2. Болодурина И. П. Курс лекций по дисциплине "Методы оптимизации" [Текст] : учебное пособие / И. П. Болодурина. - Оренбург : ИПК ГОУ ОГУ, 2002. - 93 с.

3. Ванько В.И., Ермошина О.В., Кувыркин Г.Н. Вариационное исчисление и оптимальное управление: Учебник. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2001. – 488 с. - ISBN 5-7038-1270-4. - ISBN 5-7038-1370-0.

4. Васильев О.В., Аргучинцев А. В. Методы оптимизации в задачах и упражнениях: Учебное пособие. - М..: Физматлит, 1999. - 208 с. - ISBN 5-9221-0006-8.

5. Васильев Ф.П. Численные методы решения экстремальных задач. Учебное пособие / Ф.П. Васильев - М.: "Наука", 1988.- 552 с.

6. Галеев, Э. М. Оптимизация: теория, примеры, задачи: Учебное пособие / В. М. Тихомиров - М. : Эдиториал УРСС, 2000. - 320 с. - ISBN 5-8360-0041-7.

7. Рутковская, Д. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы = Sieci neuronowe, algorytmy genetyczne i systemy rozmyte [Текст] : пер. с пол. / Д. Рутковская, М. Пилиньский, Л. Рутковский. - М. : Горячая линия-Телеком, 2007. - 383 с. : ил. - Парал. тит. л. пол. - Библиогр.: с. 379-380. - Предм. указ.: с. 381-383. - ISBN 5-93517-103-1. - ISBN 83-01-12304-4.

5.3 Периодические издания

1 Математическое моделирование : журнал. - М. : АРСМИ.

2. Информационные технологии : журнал. - М. : Агентство "Роспечать".

3. Вестник компьютерных и информационных технологий : журнал. - М. : Агентство "Роспечать".

5.4 Интернет-ресурсы

http://allmath.ru/appliedmath/operations/problems-tgru/zadachi.htm - Задачи по исследованию операций;

http://www.exponenta.ru/ - Математический сайт с большим количеством методических материалов по высшей математике и математическим компьютерным пакетам

http://www.math.ru/ - Научно-популярный математический сайт

http://www.intuit.ru – сайт Интернет-университета информационных технологий, представляет учебные курсы по разным областям ИТ

https://docs.scipy.org/doc/scipy/reference/optimize.html — Документация SciPy по методам оптимизации

https://networkx.org/documentation/stable/reference/algorithms/index.html — Документация NetworkX по алгоритмам на графах

https://coin-or.github.io/pulp/ — Документация PuLP (Python Linear Programming library)

5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Операционная система РЕД ОС.

2. Пакет офисных приложений «МойОфис Образование»

3. Для работы с ресурсами Интернет - веб-браузер Яндекс https://yandex.ru/.

4. ГАРАНТ Платформа F1 [Электронный ресурс]: справочно-правовая система. / Разработчик ООО НПП «ГАРАНТ-Сервис», 119992, Москва, Воробьевы горы, МГУ, [1990–2026]. – Режим доступа в сети ОГУ http://garant.net.osu.ru

5. Автоматизированная интерактивная система сетевого тестирования - АИССТ (зарегистрирована в РОСПАТЕНТ, Свидетельство о государственной регистрации программы для

ЭВМ №2011610456, правообладатель – Оренбургский государственный университет), режим доступа - http://aist.osu.ru.

6. SciPy — библиотека для научных вычислений на Python, включает модуль scipy.optimize для решения задач оптимизации. Свободно распространяется по лицензии BSD License. URL: https://scipy.org/

7. PuLP — библиотека для линейного программирования на Python, поддерживает решение задач ЛП и ЦЛП. Свободно распространяется по лицензии MIT License. URL: https://coin-or.github.io/pulp/

8. CVXPY — библиотека для выпуклой оптимизации на Python. Свободно распространяется по лицензии Apache License 2.0. URL: https://www.cvxpy.org/

9. NetworkX — библиотека для работы с графами и сетями на Python, включает реализацию алгоритмов поиска кратчайших путей, максимального потока, минимального остовного дерева. Свободно распространяется по лицензии BSD License. URL: https://networkx.org/

10. GLPK (GNU Linear Programming Kit) — пакет для решения задач линейного программирования, смешанного целочисленного программирования и других связанных задач. Свободно распространяется по лицензии GNU GPL. URL: https://www.gnu.org/software/glpk/

11. COIN-OR — открытая инициатива по разработке программного обеспечения для исследования операций, включает решатели CLP (линейное программирование), CBC (целочисленное программирование), Ipopt (нелинейное программирование). Свободно распространяется по лицензии Eclipse Public License. URL: https://www.coin-or.org/

12. Jupyter Notebook / JupyterLab — интерактивная среда для работы с кодом, визуализации и документирования. Свободно распространяется по лицензии BSD License. URL: https://jupyter.org/

13. Visual Studio Code — свободно распространяемый редактор кода, отладки, интеграции с Git и множеством расширений для работы с математическими библиотеками. URL: https://code.visualstudio.com/

6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Аудитории оснащены комплектами ученической мебели, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории. Для чтения лекций используется переносной мультимедийный комплект: ноутбук, проектор, экран.

Для проведения лабораторных занятий используется компьютерный класс, оснащенный компьютерной техникой, подключенной к сети "Интернет" с доступом в электронную информационно-образовательную среду ОГУ.

Помещение для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к сети "Интернет", и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ.