

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Кубанский государственный университет»
Факультет компьютерных технологий и прикладной математики

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе,
качеству образования – первый
проректор
Хагуров Т.А.
подпись

«30» мая 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.О.30 «МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ»

Направление подготовки _____ 02.03.03 Математическое обеспечение и
администрирование информационных систем _____

Направленность (профиль) _____ Технологии разработки программных систем _____

Программа подготовки _____ академическая _____

Форма обучения _____ очная _____

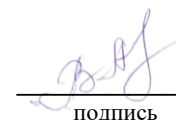
Квалификация (степень) выпускника _____ бакалавр _____

Краснодар 2025

Рабочая программа дисциплины «Методы оптимизации» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 02.03.03 Математическое обеспечение и администрирование информационных систем.

Программу составила:

В.А. Акинышина, канд. пед. наук, доцент


подпись

Рабочая программа дисциплины «Методы оптимизации» утверждена на заседании кафедры прикладной математики протокол №9 от 06.05.2025

И.о. заведующего кафедрой (разработчика)

А.В. Письменский


подпись

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры информационных технологий протокол №16 от «14» мая 2025 г.

Заведующий кафедрой (выпускающей)

В. В. Подколзин


подпись

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета компьютерных технологий и прикладной математики протокол №4 от «23» мая 2025 г.

Председатель УМК факультета

А. В. Коваленко


подпись

Рецензенты:

Бегларян М. Е., зав. кафедрой социально-гуманитарных и естественнонаучных дисциплин СКФ ФГБОУВО «Российский государственный университет правосудия», канд. физ.-мат. наук, доцент

Рубцов Сергей Евгеньевич, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры математического моделирования ФГБОУ «КубГУ»

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Цели изучения дисциплины определены государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования и соотнесены с общими целями образовательной программы по направлению подготовки «Математическое обеспечение и администрирование информационных систем», в рамках которой преподается дисциплина.

1.1. Целью освоения учебной дисциплины «Методы оптимизации» является формирование у студентов знаний по основам теории оптимизации и знаний об основных подходах к практическому решению оптимизационных задач, что позволит самостоятельно построить алгоритм и провести его анализ, затем на основе анализа увидеть и корректно сформулировать математически точный результат.

1.2. Задачи дисциплины. В ходе изучения дисциплины ставятся задачи научить студентов:

- знать содержание программы курса, формулировки задач, методы их исследования;
- выбирать подходящие методы для решения экстремальных задач;
- уметь применять на практике конкретные вычислительные методы к анализу и решению оптимизационных задач;
- изучать самостоятельно научную и учебно-методическую литературу по профилю из различных источников, включая сетевые ресурсы сети Интернет, для решения профессиональных и социальных задач.

1.3. Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Методы оптимизации» относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана.

Данная дисциплина («Методы оптимизации») тесно связана с математическим анализом, алгебра и теория чисел, численными методами. Знания, полученные при освоении дисциплины «Методы оптимизации», используются при изучении «Теория игр и исследование операций». В совокупности изучение этой дисциплины готовит обучаемых как к различным видам практической экономической деятельности, так и к научно-теоретической и исследовательской деятельности.

1.4. Компетенции студента, формируемые в результате освоения учебной дисциплины

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения курса «Методы оптимизации»:

ОПК-1 Способен применять естественно-научные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	
ИД-1.ОПК-1 Применяет фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук при построении моделей в заданной предметной области	Знать • иметь представление о месте и роли изучаемой дисциплины среди других наук; • знать содержание программы курса, формулировки задач, методы их исследования
	Уметь • применять на практике конкретные вычислительные методы к анализу и решению оптимизационных задач
ИД-2.ОПК-1 Применяет фундаментальные	Владеть

знания, полученные в области математических и (или) естественных наук при выборе методов решения задач профессиональной деятельности	• способностью определять круг задач в рамках конкретных задач оптимизации и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений
ОПК-2 Способен применять современный математический аппарат, связанный с проектированием, разработкой, реализацией и оценкой качества программных продуктов и программных комплексов в различных областях человеческой деятельности	
ИД-1.ОПК-2 Способен применять системный подход к анализу предметной (проблемной) области, выявлению требований к ИС ИД-2.ОПК-2 Применяет современный математический аппарат при построении моделей в различных областях человеческой деятельности	Знать • основы системного подхода для анализа предметной области и выявлению требований к информационной системе; Уметь • применять на практике конкретные вычислительные методы для решения оптимизационных задач в соответствии с требованиями ИС; Владеть • способностью применять системный подход и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений ИС
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	
ИД-1.УК-1 Осуществляет поиск необходимой информации, опираясь на результаты анализа поставленной задачи; ИД-2.УК-1 Выбирает оптимальный вариант решения задачи, аргументируя свой выбор;	Знать • основные методы оптимизации, их алгоритмы и проектную методологию, и понимать достоинства и недостатки каждого метода применительно к конкретной задаче Уметь • применять на практике методы оптимизации для решения профессиональных задач Владеть • способностью выбирать оптимальные способы решения профессиональных задач, аргументируя свой выбор;
УК-2 Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	
ИД-3.УК-2 Использует принципы проектной методологии для решения профессиональных задач; ИД-4.УК-2 Выбирает оптимальный способ решения задач, имеющихся ресурсов и ограничений, оценки рисков на основе проектного инструментария	Знать • основные методы оптимизации, их алгоритмы и проектную методологию, и понимать достоинства и недостатки каждого метода применительно к конкретной задаче Уметь • применять на практике конкретные вычислительные методы для решения профессиональных задач, исходя из имеющихся ресурсов и ограничений, оценки рисков на основе проектного инструментария; Владеть • способностью выбирать оптимальные способы решения профессиональных задач, исходя из имеющихся ресурсов и ограничений, оценки рисков на основе проектного инструментария

Результаты обучения по дисциплине «Методы оптимизации» достигаются в рамках осуществления всех видов контактной и самостоятельной работы обучающихся в соответствии с утвержденным учебным планом.

Индикаторы достижения компетенций считаются сформированными при достижении соответствующих им результатов обучения.

2. Структура и содержание дисциплины

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

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

Вид работы		Трудоемкость, часов
		5 семестр
Контактная работа, в том числе:		72,5
Аудиторная работа:		68
<i>Лекции (Л)</i>		34
<i>Практические занятия (ПЗ)</i>		
<i>Лабораторные работы (ЛР)</i>		34
Иная контактная работа:		
Контроль самостоятельной работы (КСР)		4
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,5
Самостоятельная работа (СР):		36
Курсовой проект (КП), курсовая работа (КР)		-
Самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам и т.д.)		4
Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)		26
Реферат		-
Подготовка к текущему контролю		6
Контроль:		
Подготовка и сдача экзамена ¹		35,5
Общая трудоемкость	час.	144
	в том числе контактная работа	72,5
	зач. ед	4
Вид итогового контроля		Экзамен/зачет

2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.
Разделы дисциплины, изучаемые в 5 семестре (очная форма)

№	Наименование разделов (темы)	Количество часов					
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа	
			Л	ЛР	КСР	СРС	Контроль
	1 Безусловная одномерная оптимизация						
1.	Формулировка математической задачи оптимизации. Классические методы решения задач одномерной оптимизации	10	6	2	4	0	2
2.	Численные методы решения задач одномерной оптимизации	16	10	6	4	0	4
	2 Безусловная многомерная оптимизация	0					

¹ При наличии экзамена по дисциплине

3.	Классические методы решения задач многомерной оптимизации.	8	2	2	0	0	4
4.	Классификация и обзор методов безусловной оптимизации	6	2	2	0	0	0
5.	Численные методы безусловной оптимизации функции многих переменных. Методы первого порядка.	22	12	4	8	0	6
6.	Численные методы безусловной оптимизации функции многих переменных. Методы второго порядка.	26	14	4	8	2	6
	3 Нелинейное программирование	0					
7.	Классификация задач нелинейного программирования.	14	6	6	0	0	4
8.	Задачи линейного программирования	18	8	4	4	0	6
	4 Специальные методы оптимизации	0					
9.	Задача целочисленного линейного программирования	10	6	2	2	0	2
10.	Задачи линейного программирования в условиях неопределенности	13,5	6	2	4	2	2
11.	Подготовка к экзамену	35,5					
12.	ИКР	0,5					
13.	КСР	36					
	Итого:	144	72,5	34	34	4	36

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

2.3. Содержание разделов дисциплины

2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела/модуля	Содержание раздела/модуля	Форма текущего контроля
1	Безусловная одномерная оптимизация	Тема 1. Формулировка математической задачи оптимизации. Классические методы решения задач одномерной оптимизации Тема 2. Численные методы решения задач одномерной оптимизации	1. Контрольные вопросы
2	Безусловная многомерная	Тема 1. Классические методы решения задач многомерной оптимизации. Тема 2. Классификация и обзор методов	1. Контрольные вопросы

	оптимизация	безусловной оптимизации Тема 3. Численные методы безусловной оптимизации функции многих переменных. Методы первого порядка. Тема 4. Численные методы безусловной оптимизации функции многих переменных. Методы второго порядка.	
3	Нелинейное программирование	Тема 1. Классификация задач нелинейного программирования. Тема 2. Задачи нелинейного программирования	1. Контрольные вопросы
4	Специальные методы оптимизации	Тема 1. Задача целочисленного линейного программирования Тема 2. Задачи линейного программирования в условиях неопределенности. Тема 3. Подготовка к текущему контролю.	1. Контрольные вопросы

Защита лабораторной работы (ЛР), выполнение курсового проекта (КП), курсовой работы (КР), расчетно-графического задания (РГЗ), написание реферата (Р), эссе (Э), коллоквиум (К), тестирование (Т) – не предусмотрены.

2.3.2 Занятия семинарского типа

Семинарские занятия – не предусмотрены

2.3.3 Лабораторные занятия

№ п/п	Темы лабораторных занятий	Форма текущего контроля(по неделям семестра)
1	Численные методы решения задач одномерной оптимизации	1. Выполнение практических заданий 2. Отчет по результатам индивидуального задания.
2	Численные методы безусловной оптимизации функции многих переменных. Методы первого порядка.	1.. Выполнение практических заданий 2. Отчет по результатам индивидуального задания.
3	Численные методы безусловной оптимизации функции многих переменных. Методы второго порядка.	1.. Выполнение практических заданий 2. Отчет по результатам индивидуального задания.
4	Задачи нелинейного программирования	1.. Выполнение практических заданий 2. Отчет по результатам индивидуального задания.
5	Задача целочисленного линейного программирования	1.. Выполнение практических заданий 2. Отчет по результатам индивидуального задания.
6	Задачи линейного программирования в условиях неопределенности. Подготовка к текущему контролю.	1.. Выполнение практических заданий 2. Отчет по результатам индивидуального задания.

Защита лабораторной работы (ЛР), выполнение курсового проекта (КП), курсовой работы (КР), расчетно-графического задания (РГЗ), написание реферата (Р), эссе (Э), коллоквиум (К), тестирование (Т) – не предусмотрены.

СОДЕРЖАНИЕ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

Тема 1. Численные методы решения задач одномерной оптимизации.

Постановка задачи методов нулевого порядка; стратегия поиска минимума; разработка алгоритмов; оценка сходимости методов (метод перебора, метод дихотомии, метод золотого сечения, метод Фибоначчи, метод Розенброка, метод деформируемого многоугольника, метод тяжелого шарика).

Тема 2. Численные методы безусловной оптимизации функции многих переменных. Методы первого порядка.

Постановка задачи методов первого порядка; стратегия поиска минимума; разработка алгоритмов; оценка сходимости методов (метод градиентного спуска, метод наискорейшего спуска, метод Флетчера-Ривса, метод Давидона-Флетчера-Пауэлла).

Тема 3. Численные методы безусловной оптимизации функции многих переменных. Методы второго порядка.

Постановка задачи методов второго порядка; стратегия поиска минимума; разработка алгоритмов; оценка сходимости методов (метод Ньютона, метод Ньютона-Равсона, метод Маркварда).

Тема 4. Задачи нелинейного программирования.

Метод множителей Лагранжа. Метод штрафных функций. Метод барьерных функций. Метод проекции градиента.

Тема 5. Задача целочисленного линейного программирования.

Постановки задачи целочисленного линейного программирования (ЗЦЛП). Метод ветвей и границ решения ЗЦЛП. Решение задачи коммивояжера методом ветвей и границ.

Тема 6. Задачи линейного программирования в условиях неопределенности.

Постановки задачи линейного программирования (ЗЛП) в условиях риска и неопределенности. Методы решения ЗЛП в условиях риска и неопределенности.

2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы (КР) – не предусмотрены.

2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающегося по дисциплине

Целью самостоятельной работы студента является углубление знаний, полученных в результате аудиторных занятий. Вырабатываются навыки самостоятельной работы. Закрепляются опыт и знания, полученные во время лабораторных занятий.

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
---	---------	---

1	2	3
1	Изучение теоретического материала	Методические указания по организации самостоятельной работы студентов, утвержденные кафедрой информационных технологий, протокол №1 от 30.08.2019
2	Решение задач	Методические указания по организации самостоятельной работы студентов, утвержденные кафедрой информационных технологий, протокол №1 от 30.08.2019

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла,
- в печатной форме на языке Брайля.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3. Образовательные технологии

В соответствии с требованиями ФГОС в программа дисциплины предусматривает использование в учебном процессе следующих образовательные технологии: чтение лекций с использованием мультимедийных технологий; метод малых групп, разбор практических задач и кейсов.

При обучении используются следующие образовательные технологии:

– Технология коммуникативного обучения – направлена на формирование коммуникативной компетентности студентов, которая является базовой, необходимой для адаптации к современным условиям межкультурной коммуникации.

– Технология разноуровневого (дифференцированного) обучения – предполагает осуществление познавательной деятельности студентов с учётом их индивидуальных способностей, возможностей и интересов, поощряя их реализовывать свой творческий потенциал. Создание и использование диагностических тестов является неотъемлемой частью данной технологии.

– Технология модульного обучения – предусматривает деление содержания дисциплины на достаточно автономные разделы (модули), интегрированные в общий курс.

– Информационно-коммуникационные технологии (ИКТ) - расширяют рамки образовательного процесса, повышая его практическую направленность, способствуют интенсификации самостоятельной работы учащихся и повышению познавательной активности. В рамках ИКТ выделяются 2 вида технологий:

– Технология использования компьютерных программ – позволяет эффективно дополнить процесс обучения языку на всех уровнях.

– Интернет-технологии – предоставляют широкие возможности для поиска информации, разработки научных проектов, ведения научных исследований.

– Технология индивидуализации обучения – помогает реализовывать личностно-ориентированный подход, учитывая индивидуальные особенности и потребности учащихся.

– Проектная технология – ориентирована на моделирование социального взаимодействия учащихся с целью решения задачи, которая определяется в рамках профессиональной подготовки, выделяя ту или иную предметную область.

– Технология обучения в сотрудничестве – реализует идею взаимного обучения, осуществляя как индивидуальную, так и коллективную ответственность за решение учебных задач.

– Игровая технология – позволяет развивать навыки рассмотрения ряда возможных способов решения проблем, активизируя мышление студентов и раскрывая личностный потенциал каждого учащегося.

– Технология развития критического мышления – способствует формированию разносторонней личности, способной критически относиться к информации, умению отбирать информацию для решения поставленной задачи.

Комплексное использование в учебном процессе всех вышеперечисленных технологий стимулируют личностную, интеллектуальную активность, развивают познавательные процессы, способствуют формированию компетенций, которыми должен обладать будущий специалист.

Основные виды интерактивных образовательных технологий включают в себя:

– работа в малых группах (команде) - совместная деятельность студентов в группе под руководством лидера, направленная на решение общей задачи путём творческого сложения результатов индивидуальной работы членов команды с делением полномочий и ответственности;

– проектная технология - индивидуальная или коллективная деятельность по отбору, распределению и систематизации материала по определенной теме, в результате которой составляется проект;

– анализ конкретных ситуаций - анализ реальных проблемных ситуаций, имевших место в соответствующей области профессиональной деятельности, и поиск вариантов лучших решений;

– развитие критического мышления – образовательная деятельность, направленная на развитие у студентов разумного, рефлексивного мышления, способного выдвинуть новые идеи и увидеть новые возможности.

Подход разбора конкретных задач и ситуаций широко используется как преподавателем, так и студентами во время лекций, лабораторных занятий и анализа результатов самостоятельной работы. Это обусловлено тем, что при исследовании и решении каждой конкретной задачи имеется, как правило, несколько методов, а это требует разбора и оценки целой совокупности конкретных ситуаций.

Семестр	Вид занятия	Используемые интерактивные образовательные технологии	количество интерактивных часов
	ЛР	Практические занятия в режимах взаимодействия «преподаватель – студент» и «студент – студент»	12
Итого			

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия/семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

Темы, задания и вопросы для самостоятельной работы призваны сформировать

навыки поиска информации, умения самостоятельно расширять и углублять знания, полученные в ходе лекционных и практических занятий.

Подход разбора конкретных ситуаций широко используется как преподавателем, так и студентами при проведении анализа результатов самостоятельной работы.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «Методы оптимизации».

Оценочные средства включает контрольные материалы для проведения **текущего контроля** в форме индивидуальных самостоятельных заданий и **промежуточной аттестации** в форме вопросов к экзамену.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

- при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;
- при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями.
- при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

Структура оценочных средств для текущей и промежуточной аттестации

№ п/п	Код и наименование индикатора	Результаты обучения	Наименование оценочного средства	
			Текущий контроль	Промежуто чная аттестация
1	ИД-1.УК-1; ИД-2.УК-1; ИД-3.УК-2; ИД-4.УК-2; ИД-1.ОПК-1; ИД-2.ОПК-1; ИД-1.ОПК-2; ИД-2.ОПК-2	- Типовые решения, математические модели, библиотеки программных модулей, шаблоны, классы объектов, используемые при разработке программного обеспечения - Методы и средства проектирования программных интерфейсов - Инструменты и методы проектирования и дизайна ИС - Основы программирования и информационных технологий - Современные объектно-ориентированные языки программирования - Современные структурные языки программирования - Методы анализа и обобщения отечественного и международного опыта в области знания математических и естественных наук, программирования и информационных технологий - Методы и средства планирования и организации исследований и разработок в области знания математических и естественных наук, программирования и информационных технологий - Деятельность, направленная на решение задач аналитического характера, предполагающих выбор и многообразие актуальных способов решения задач в области знания математических и естественных наук, программирования и информационных технологий - Использовать существующие типовые решения и шаблоны проектирования программного обеспечения на основе знаний и моделей математических и естественных наук - Кодировать на языках программирования алгоритмы и модели в области математических и естественных наук, программирования и информационных технологий - Анализировать входные данные - Применять методы анализа научно-технической информации с использованием базовых знаний математических и естественных наук, программирования и информационных технологий - Проектирование структур данных, построение математических моделей - Сбор, обработка, анализ и обобщение результатов экспериментов и исследований в области знаний математических и естественных наук, программирования и информационных технологий	Раздел 1 и 2 Задание 1, 3 Индивидуаль ная задача 1, 2	<i>Вопрос на экзамене 1-12</i>
2	ИД-1.ОПК-1 ИД-2.ОПК-1 ИД-1.ОПК-2 ИД-2.ОПК-2	- Способен применять естественно-научные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности - Использовать существующие типовые решения и	Раздел 3 Задание 5 Индивидуаль ная задача 3	<i>Вопрос на экзамене 13-23</i>

		шаблоны проектирования программного обеспечения, применять естественно-научные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности • Разработка на основе знаний, полученных в области математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования, изменение и согласование архитектуры программного обеспечения с системным аналитиком и архитектором программного обеспечения • Деятельность, направленная на решение аналитических задач, предполагающих выбор и многообразие актуальных способов решения задач, с использованием естественно-научные и общинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности		
3	ИД-1.УК-1; ИД-2.УК-1; ИД-3.УК-2; ИД-4.УК-2; ИД-1.ОПК-1; ИД-2.ОПК-1; ИД-1.ОПК-2; ИД-2.ОПК-2	• Типовые решения, математические модели, библиотеки программных модулей, шаблоны, классы объектов, используемые при разработке программного обеспечения • Методы и средства проектирования программных интерфейсов • Инструменты и методы проектирования и дизайна ИС • Основы программирования и информационных технологий • Современные объектно-ориентированные языки программирования • Современные структурные языки программирования • Методы анализа и обобщения отечественного и международного опыта в области знания математических и естественных наук, программирования и информационных технологий • Методы и средства планирования и организации исследований и разработок в области знания математических и естественных наук, программирования и информационных технологий • Деятельность, направленная на решение задач аналитического характера, предполагающих выбор и многообразие актуальных способов решения задач в области знания математических и естественных наук, программирования и информационных технологий • Использовать существующие типовые решения и шаблоны проектирования программного обеспечения на основе знаний и моделей математических и естественных наук • Кодировать на языках программирования алгоритмы и модели в области математических и естественных наук, программирования и информационных технологий • Анализировать входные данные • Применять методы анализа научно-технической информации с использованием базовых знаний математических и естественных наук, программирования и информационных технологий • Проектирование структур данных,	Раздел 4 Задание 6 Индивидуальная задача 3	<i>Вопрос на экзамене</i> 24-29

	построение математических моделей - Сбор, обработка, анализ и обобщение результатов экспериментов и исследований в области знаний математических и естественных наук, программирования и информационных технологий - Способен применять естественно-научные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности - Использовать существующие типовые решения и шаблоны проектирования программного обеспечения, применять естественно-научные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности - Разработка на основе знаний, полученных в области математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования, изменение и согласование архитектуры программного обеспечения с системным аналитиком и архитектором программного обеспечения - Деятельность, направленная на решение аналитических задач, предполагающих выбор и многообразие актуальных способов решения задач, с использованием естественно-научных и общетехнических знаний, методов математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности		
--	--	--	--

Критерии оценивания результатов обучения

Оценка	Критерии оценивания по экзамену
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.
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.
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.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

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

Перечень индивидуальных самостоятельных заданий для текущего контроля

Задание 1. Доказать свойства унимодальных функций. Используя классический метод, решить задачу (Индивидуальная задача 1) нахождения экстремума функции одного.

Задание 2. Написать и отладить программу численного решения задачи (Индивидуальная задача 1) нахождения минимума функции одного переменного, используя метод дихотомии, метод золотого сечения, метод Фибоначчи.

Задание 3. Используя классический метод, решить задачу (Индивидуальная задача 2) нахождения экстремума функции многих переменных.

Задание 4. Написать и отладить программу численного решения задачи (Индивидуальная задача 2) нахождения минимума функции многих переменных, используя метод наискорейшего спуска, метод Ньютона, метод Ньютона-Равсона и метод Флетчера-Ривса.

Задание 5. Используя метод множителей Лагранжа, решить задачу (Индивидуальная задача 3) нахождения условного минимума функции многих переменных.

Задание 6. Написать и отладить программу численного решения задачи (Индивидуальная задача 3) нахождения условного минимума функции многих переменных, используя метод штрафных функций.

Индивидуальная задача 1. Найти минимум функции одного переменного $f(x)$ ($\delta = 0,2$; $\varepsilon = 0,5$) (задание 1, 2).

1. $f(x) = x^2 - 2x + 3, [-2; 8]$	11. $f(x) = x^2 - 6x + 13, [0; 10]$
2. $f(x) = x^2 - 2x + 5, [-2; 8]$	12. $f(x) = 2x^2 - 12x + 19, [0; 10]$
3. $f(x) = 2x^2 - 2x + 3/2, [-2; 8]$	13. $f(x) = x^2 - 4x + 6, [0; 10]$
4. $f(x) = x^2 + 6x + 13, [-6; 4]$	14. $f(x) = x^2 + 2, [-3; 7]$
5. $f(x) = x^2 - 4x + 7, [0; 10]$	15. $f(x) = x^2 + 2x + 4, [-3; 7]$
6. $f(x) = x^2 + 4x + 5, [-4; 6]$	16. $f(x) = 2x^2 + 2x + 5/2, [-3; 7]$
7. $f(x) = 2x^2 + 2x + 7/2, [-3; 7]$	17. $f(x) = 3x^2 - x + 4, [-4; 6]$
8. $f(x) = x^2 - 6x + 12, [1; 11]$	18. $f(x) = x^2 + 4x - 1/4, [-2; 8]$
9. $f(x) = x^2 + 4x + 6, [-4; 6]$	19. $f(x) = x^2 + 3x - 10, [-2; 8]$
10. $f(x) = 2x^2 - 2x + 5/2, [-1; 9]$	20. $f(x) = x^2 + 6x + 2, [-4; 6]$

Индивидуальная задача 2. Найти минимум функции двух переменных $f(x_1, x_2)$ в $(x_1^{(0)}, x_2^{(0)})$ (задание 3, 4).

1. $f(x) = x_1^2 + 5x_2^2 - x_1 x_2 + x_1$, $x_0 = (-1, 2; 1)$	11. $f(x) = 2x_1^2 + 3x_2^2 - x_1 x_2 + x_1$, $x_0 = (1; 3)$
2. $f(x) = x_1^2 + 4x_2^2 - x_1 x_2 + x_1$, $x_0 = (3; 1)$	12. $f(x) = 3x_1^2 + 4x_2^2 - 2x_1 x_2 + x_1$, $x_0 = (2; 1,5)$
3. $f(x) = x_1^2 + 7x_2^2 - x_1 x_2 + x_1$, $x_0 = (1,1; 1,1)$	13. $f(x) = x_1^2 + 5x_2^2 + x_1 x_2 + x_1$, $x_0 = (1; 1)$
4. $f(x) = x_1^2 + 8x_2^2 - x_1 x_2 + x_1$, $x_0 = (1,5; 0,1)$	14. $f(x) = x_1^2 + 4x_2^2 + x_1 x_2 + x_1$, $x_0 = (3; 1)$
5. $f(x) = 2x_1^2 + x_2^2 - x_1 x_2 + x_1$, $x_0 = (2; 2)$	15. $f(x) = x_1^2 + 6x_2^2 + x_1 x_2 + x_1$, $x_0 = (1,5; 1,1)$
6. $f(x) = 3x_1^2 + x_2^2 - x_1 x_2 + x_1$, $x_0 = (1,5; 1,5)$	16. $f(x) = x_1^2 + 7x_2^2 + x_1 x_2 + x_1$, $x_0 = (1,1; 1,1)$
7. $f(x) = 5x_1^2 + x_2^2 - x_1 x_2 + x_1$, $x_0 = (1,5; 1)$	17. $f(x) = x_1^2 + 8x_2^2 + x_1 x_2 + x_1$, $x_0 = (1,5; 0,5)$
8. $f(x) = 6x_1^2 + x_2^2 - x_1 x_2 + x_1$, $x_0 = (2; 1)$	18. $f(x) = 2x_1^2 + x_2^2 + x_1 x_2 + x_1$, $x_0 = (2; 2)$
9. $f(x) = 7x_1^2 + x_2^2 - x_1 x_2 + x_1$, $x_0 = (1; 2)$	19. $f(x) = 3x_1^2 + x_2^2 + x_1 x_2 + x_1$, $x_0 = (1,5; 1,5)$
10. $f(x) = 8x_1^2 + x_2^2 - x_1 x_2 + x_1$, $x_0 = (2; 2)$	20. $f(x) = 5x_1^2 + x_2^2 + x_1 x_2 + x_1$, $x_0 = (1,5; 1)$

Индивидуальная задача 3. Найти условный минимум функции многих переменных $f(x_1, x_2)$ (задание 5, 6).

1. $f(x) = x_1^2 + 5x_2^2 - x_1 x_2 + x_1$, $x_1 + x_2 = 1$	11. $f(x) = 2x_1^2 + 3x_2^2 - x_1 x_2 + x_1$, $x_1 + 2x_2 = 1$
2. $f(x) = x_1^2 + 4x_2^2 - x_1 x_2 + x_1$, $2x_1 + x_2 = 1$	12. $f(x) = 3x_1^2 + 4x_2^2 - 2x_1 x_2 + x_1$, $x_1 + x_2 = 1$
3. $f(x) = x_1^2 + 7x_2^2 - x_1 x_2 + x_1$, $x_1 + x_2 = 2$	13. $f(x) = x_1^2 + 5x_2^2 + x_1 x_2 + x_1$, $2x_1 + 3x_2 = 1$
4. $f(x) = x_1^2 + 8x_2^2 - x_1 x_2 + x_1$, $2x_1 + 3x_2 = 1$	14. $f(x) = x_1^2 + 4x_2^2 + x_1 x_2 + x_1$, $x_1 + x_2 = 2$

5. $f(x) = 2x_1^2 + x_2^2 - x_1 x_2 + x_1,$ $x_1 + x_2 = 3$	15. $f(x) = x_1^2 + 6x_2^2 + x_1 x_2 + x_1,$ $x_1 + 3x_2 = 1$
6. $f(x) = 3x_1^2 + x_2^2 - x_1 x_2 + x_1,$ $2x_1 + x_2 = 1$	16. $f(x) = x_1^2 + 7x_2^2 + x_1 x_2 + x_1,$ $x_1 + x_2 = 1$
7. $f(x) = 5x_1^2 + x_2^2 - x_1 x_2 + x_1,$ $x_1 + x_2 = 1$	17. $f(x) = x_1^2 + 8x_2^2 + x_1 x_2 + x_1,$ $3x_1 + x_2 = 2$
8. $f(x) = 6x_1^2 + x_2^2 - x_1 x_2 + x_1,$ $2x_1 + 3x_2 = 1$	18. $f(x) = 2x_1^2 + x_2^2 + x_1 x_2 + x_1,$ $x_1 + x_2 = 5$
9. $f(x) = 7x_1^2 + x_2^2 - x_1 x_2 + x_1,$ $x_1 + x_2 = 2$	19. $f(x) = 3x_1^2 + x_2^2 + x_1 x_2 + x_1,$ $2x_1 + x_2 = 1$
10. $f(x) = 8x_1^2 + x_2^2 - x_1 x_2 + x_1,$ $2x_1 + x_2 = 3$	20. $f(x) = 5x_1^2 + x_2^2 + x_1 x_2 + x_1,$ $x_1 + x_2 = 1$

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации
ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЗАЧЁТУ/ЭКЗАМЕНУ

1. Одномерный поиск. Теорема Мак-Лорена.
2. Унимодальные функции. Свойства унимодальных функций.
3. Метод дихотомии.
4. Метод Фибоначчи.
5. Метод золотого сечения.
6. Теоремы о необходимом и достаточном условии экстремума. Классический алгоритм.
7. Леммы о направлениях спуска (безусловная оптимизация).
8. Градиентный метод.
9. Обобщенный метод Ньютона.
10. Метод тяжелого шарика.
11. Метод сопряженных градиентов.
12. Классификация и обзор методов безусловной оптимизации.
13. Классификация задач нелинейного программирования. Леммы 1 и 2 о возможных направлениях (условная оптимизация).
14. Теорема 1 о необходимом условии условного минимума.
15. Теорема Фаркаша. Теорема 2 о необходимом условии условного минимума.
16. Правило множителей Лагранжа для задач с ограничениями типа равенства.
17. Правило множителей Лагранжа для задач с ограничениями типа неравенства.
18. Выпуклые функции.
19. Теорема Куна-Таккера.
20. Теория двойственности. Теорема двойственности. Двойственные методы.
21. Метод проекций.
22. Метод внутренних и внешних штрафных функций.
23. Метод возможных направлений.
24. Постановки транспортной задачи. Методы решения транспортной задачи.
25. Постановки задачи целочисленного линейного программирования (ЗЦЛП). Методы решения ЗЦЛП.

26. Метод ветвей и границ решения ЗЦЛП.
27. Решение задачи коммивояжера методом ветвей и границ.
28. Постановки задачи линейного программирования ЗЛП в условиях риска и неопределенности. Методы решения ЗЛП в условиях риска и неопределенности.
29. ЗЛП и теория игр.

Критерии оценивания результатов обучения

Оценка	Критерии оценивания по экзамену
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.
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.
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.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

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

Настоящие методические указания предназначены для выполнения лабораторных и самостоятельных работ по «Методы оптимизации» и направлены на формирование общепрофессиональных и профессиональных компетенций студентов. В методических указаниях изложены ссылки на основные методы одномерной и многомерной оптимизации. Приведены примеры, задания для самостоятельной работы.

В лабораторных работах студенту требуется выполнять задания, выданные преподавателем. До начала выполнения студенту следует проанализировать задание.

При проведении лабораторных работ практикуется применение коллективных и групповых форм работы, а также использование индивидуальных форм с целью повышения ответственности каждого студента за самостоятельное выполнение полного объема работ.

Лабораторная работа 1–4: Численные методы решения задач одномерной оптимизации.

В ходе выполнения лабораторной работы студент изучает методы нулевого порядка; стратегии поиска минимума; а также разрабатывает алгоритм поиска; оценивает сходимость методов (метод перебора, метод дихотомии, метод золотого сечения, метод Фибоначчи, метод Розенброка, метод деформируемого многоугольника, метод тяжелого шарика) (см. [1]- [2]). Выполняет выданное преподавателем индивидуальное задание 1 и 2.

Задание 1. Доказать свойства унимодальных функций. Используя классический метод, решить задачу нахождения экстремума функции одного (индивидуальная задача 1.).

Задание 2. Написать и отладить программу численного решения задачи нахождения минимума функции одного переменного, используя метод дихотомии, метод золотого сечения, метод Фибоначчи.

Лабораторная работа 5–8: Численные методы безусловной оптимизации функции многих переменных. Методы первого порядка.

В ходе выполнения лабораторной работы студент изучает методы первого порядка; стратегии поиска минимума; а также разрабатывает алгоритм поиска; оценивает сходимость методов (метод градиентного спуска, метод наискорейшего спуска, метод Флетчера-Ривса, метод Давидона-Флетчера-Пауэлла) (см. [2]). Выполняет выданное преподавателем индивидуальное задание 3 и 4.

Задание 3. Используя классический метод, решить задачу нахождения экстремума функции многих переменных (индивидуальная задача 2.)

Задание 4. Написать и отладить программу численного решения задачи нахождения минимума функции многих переменных, используя метод наискорейшего спуска, метод Ньютона, метод Ньютона-Равсона и метод Флетчера-Ривса.

Лабораторная работа 9-12: Численные методы безусловной оптимизации функции многих переменных. Методы второго порядка.

В ходе выполнения лабораторной работы студент изучает методы второго порядка; стратегии поиска минимума; а также разрабатывает алгоритм поиска; оценивает сходимость методов (метод Ньютона, метод Ньютона-Равсона, метод Маркварда) (см. [2]). Выполняет выданное преподавателем индивидуальное задание 4.

Лабораторная работа 13–14: Задачи нелинейного программирования.

В ходе выполнения лабораторной работы студент изучает метод множителей Лагранжа, метод штрафных функций, метод барьерных функций, метод проекции градиента.

Задание 5. Используя метод множителей Лагранжа, решить задачу нахождения условного минимума функции многих переменных.

Задание 6. Написать и отладить программу численного решения задачи нахождения условного минимума функции многих переменных, используя метод штрафных функций.

Лабораторная работа 15–16: Задача целочисленного линейного программирования.

В ходе выполнения лабораторной работы студент изучает постановку задачи целочисленного линейного программирования (ЗЦЛП), метод ветвей и границ решения ЗЦЛП, решение задачи коммивояжера методом ветвей и границ (см. [2]), стратегии поиска минимума; а также разрабатывает алгоритм поиска; оценивает сходимость методов. Выполняет выданное преподавателем задание (см. [2], стр. 388-389, №№1-12).

Лабораторная работа 17: Задачи линейного программирования в условиях неопределенности.

В ходе выполнения лабораторной работы студент изучает постановку задачи линейного программирования (ЗЛП) в условиях риска и неопределенности, методы решения ЗЛП в условиях риска и неопределенности (см. [3]).

Порядок выполнения самостоятельной работы

Во время подготовки и выполнения самостоятельной работы студент должен:

- 1) изучить методы математического моделирования;
- 2) в соответствии с вариантом, выданным преподавателем, выполнить задание самостоятельной работы;
- 3) оформить отчет по выполненному заданию самостоятельной работы и защитить его.

Отчет по самостоятельной работе должен содержать:

- 1) задание;
- 2) отладка (2 итерации) и написание (текст) программы численного решения
- 3) результаты решения задачи указанным выше способом;
- 4) анализ полученных результатов.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

5.УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Основная литература:

1. Кундышева, Е. С. Математические методы и модели в экономике : учебник / Е. С. Кундышева ; под науч. ред. Б. А. Сулакова. – 3-е изд. – Москва : Дашков и К°, 2022. – 286 с. : ил., табл., граф. – (Учебные издания для бакалавров). – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=684490> (дата обращения: 01.12.2024). – ISBN 978-5-394-04621-6. – Текст : электронный.

2. Поляков, В. М. Методы оптимизации : учебное пособие / В. М. Поляков, З. С. Агаларов. – 3-е изд. – Москва : Дашков и К°, 2024. – 86 с. : ил., табл. – (Учебные издания для вузов). – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=720347> (дата обращения: 01.12.2024). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-394-05718-2. – Текст : электронный.

3. Количественные методы и модели в теории управления : учебник для магистратуры : [16+] / Л. А. Каргина, О. Е. Михненко, А. И. Фроловичев [и др.] ; под ред. Л. А. Каргиной ; Российский университет транспорта (РУТ (МИИТ)). – Москва : Прометей, 2022. – 274 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL:

<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=690752> (дата обращения: 01.12.2024). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-00172-299-1. – Текст : электронный.

Для освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья имеются издания в электронном виде в электронно-библиотечных системах «Лань» и «Юрайт».

5.2. Дополнительная литература:

1. Сеидова, Наталья Михайловна Численные методы решения задач одномерной безусловной оптимизации / Сеидова, Наталья Михайловна, Калайдина, Галина Вениаминовна; Н. М. Сеидова, Г. В. Калайдина; М-во образования и науки Рос. Федерации, Кубанский гос. ун-т. - Краснодар: [Кубанский государственный университет], 2012. - 37 с.

2. Летова, Т.А. Методы оптимизации. Практический курс : учебное пособие / Т.А. Летова, А.В. Пантелеев. - М. : Логос, 2015. - 424 с. - (Новая университетская библиотека). - ISBN 978-5-98704-540-4 ; То же [Электрон-ный ресурс]. - URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=84995&sr=1.

3. Сухарев, А. Г. Методы оптимизации [Электронный ресурс] : учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / А. Г. Сухарев, А. В. Тимохов, В. В. Федоров. - 3-е изд., испр. и доп. - М. : Юрайт, 2017. - 367 с. - <https://biblio-online.ru/book/FBDEF0DD-58E4-4241-BFEC-5A6E28E22FE5>.

4. Островский, Геннадий Маркович. Оптимизация технических систем / Островский, Геннадий Маркович, Зиятдинов, Надир Низамович, Лаптева, Татьяна Владимировна; Г. М. Островский, Н. Н. Зиятдинов, Т. В. Лаптева. - Москва: КНОРУС, 2012. - 422 с.: ил. - Библиогр.: с. 404-411. - ISBN 9785406010945.

5. Засядко, Ольга Владимировна. Исследование операций: [практикум] / Засядко, Ольга Владимировна, Усатилов, Сергей Васильевич; О. В. Засядко, С. В. Усатилов; М-во образования и науки Рос. Федерации, Кубанский гос. ун-т. - Краснодар: [Кубанский государственный университет], 2014. - 194 с.: ил. - Библиогр.: с. 15-16.

6. Зайцев, Михаил Григорьевич. Методы оптимизации управления и принятия решений: примеры, задачи, кейсы/ Зайцев, Михаил Григорьевич, С. Е. Варюхин; М. Г. Зайцев, С. Е. Варюхин; Рос. акад. народного хоз-ва и гос. службы при Президенте Рос. Федерации. - [3-е изд., испр. и доп.]. - М.: Дело, 2011. - 639 с.: ил. - (Учебники Президентской Академии). - ISBN 9785774904921.

7. Далингер, В. А. Информатика и математика. Решение уравнений и оптимизация в mathcad и maple [Электронный ресурс] : учебник и практикум для прикладного бакалавриата / В. А. Далингер, С. Д. Симонженков. - 2-е изд., испр. и доп. - М. : Юрайт, 2018. - 161 с. - <https://biblio-online.ru/book/373E27B2-F2B8-4BC9-9D66-EFFA2353B4D1>.

8. Методы оптимизации [Электронный ресурс] : учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / Ф. П. Васильев, М. М. Потапов, Б. А. Будаков, Л. А. Артемьева ; под ред. Ф. П. Васильева. - М. : Юрайт, 2018. - 375 с. - <https://biblio-online.ru/book/CAA9AF22-E3BB-454A-BE5C-BB243EAAE72A>.

5.3. Периодические издания:

1. Базы данных компании «Ист Вью» <http://dlib.eastview.com>
2. Электронная библиотека GREBENNIKON.RU <https://grebennikon.ru/>

5.4. Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Электронно-библиотечные системы (ЭБС):

1. ЭБС «ЮРАЙТ» <https://urait.ru/>
2. ЭБС «УНИВЕРСИТЕТСКАЯ БИБЛИОТЕКА ОНЛАЙН» <http://www.biblioclub.ru/>
3. ЭБС «BOOK.ru» <https://www.book.ru>
4. ЭБС «ZNANIUM.COM» www.znanium.com
5. ЭБС «ЛАНЬ» <https://e.lanbook.com>

Профессиональные базы данных

1. Scopus <http://www.scopus.com/>
2. ScienceDirect <https://www.sciencedirect.com/>
3. Журналы издательства Wiley <https://onlinelibrary.wiley.com/>
4. Научная электронная библиотека (НЭБ) <http://www.elibrary.ru/>
5. Полнотекстовые архивы ведущих западных научных журналов на Российской платформе научных журналов НЭИКОН <http://archive.neicon.ru>
6. Национальная электронная библиотека (доступ к Электронной библиотеке диссертаций Российской государственной библиотеки (РГБ) <https://rusneb.ru/>
7. Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина <https://www.prilib.ru/>
8. База данных CSD Кембриджского центра кристаллографических данных (CCDC) <https://www.ccdc.cam.ac.uk/structures/>
9. Springer Journals: <https://link.springer.com/>
10. Springer Journals Archive: <https://link.springer.com/>
11. Nature Journals: <https://www.nature.com/>
12. Springer Nature Protocols and Methods: <https://experiments.springernature.com/sources/springer-protocols>
13. Springer Materials: <http://materials.springer.com/>
14. Nano Database: <https://nano.nature.com/>
15. Springer eBooks (i.e. 2020 eBook collections): <https://link.springer.com/>
16. "Лекториум ТВ" <http://www.lektorium.tv/>
17. Университетская информационная система РОССИЯ <http://uisrussia.msu.ru>

Информационные справочные системы

1. Консультант Плюс - справочная правовая система (доступ по локальной сети с компьютеров библиотеки)

Ресурсы свободного доступа

1. КиберЛенинка <http://cyberleninka.ru/>;
2. Американская патентная база данных <http://www.uspto.gov/patft/>
3. Министерство науки и высшего образования Российской Федерации <https://www.minobrnauki.gov.ru/>;
4. Федеральный портал "Российское образование" <http://www.edu.ru/>;
5. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" <http://window.edu.ru/>;
6. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов <http://school-collection.edu.ru/>.
7. Проект Государственного института русского языка имени А.С. Пушкина "Образование на русском" <https://pushkininstitute.ru/>;
8. Справочно-информационный портал "Русский язык" <http://gramota.ru/>;

9. Служба тематических толковых словарей <http://www.glossary.ru/>;
10. Словари и энциклопедии <http://dic.academic.ru/>;
11. Образовательный портал "Учеба" <http://www.ucheba.com/>;
12. Законопроект "Об образовании в Российской Федерации". Вопросы и ответы http://xn--273--84d1f.xn--p1ai/voprosy_i_otvety

Собственные электронные образовательные и информационные ресурсы КубГУ

1. Электронный каталог Научной библиотеки КубГУ <http://megapro.kubsu.ru/MegaPro/Web>
2. Электронная библиотека трудов ученых КубГУ <http://megapro.kubsu.ru/MegaPro/UserEntry?Action=ToDb&idb=6>
3. Среда модульного динамического обучения <http://moodle.kubsu.ru>
4. База учебных планов, учебно-методических комплексов, публикаций и конференций <http://infoneeds.kubsu.ru/>
5. Библиотека информационных ресурсов кафедры информационных образовательных технологий [http://mschool.kubsu.ru/](http://mschool.kubsu.ru;)
6. Электронный архив документов КубГУ <http://docspace.kubsu.ru/>
7. Электронные образовательные ресурсы кафедры информационных систем и технологий в образовании КубГУ и научно-методического журнала "ШКОЛЬНЫЕ ГОДЫ" <http://icdau.kubsu.ru/>
8. <http://math.nsc.ru/LBRT/k5/opt.html> (Методы оптимизации, учебное пособие)

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Учебная деятельность проходит в соответствии с графиком учебного процесса. Процесс самостоятельной работы контролируется во время аудиторных занятий и индивидуальных консультаций. Самостоятельная работа студентов проводится в форме изучения отдельных теоретических вопросов по предлагаемой литературе и выполнении практических заданий по разобранным во время аудиторных занятий примерам.

Фонд оценочных средств дисциплины состоит из средств текущего контроля (см. список лабораторных работ, задач и вопросов) и итоговой аттестации (зачета, экзамена).

В качестве оценочных средств, используемых для текущего контроля успеваемости, предлагается перечень вопросов, которые прорабатываются в процессе освоения курса. Данный перечень охватывает все основные разделы курса, включая знания, получаемые во время самостоятельной работы. Кроме того, важным элементом технологии является самостоятельное решение студентами и сдача заданий. Это полностью индивидуальная форма обучения. Студент рассказывает свое решение преподавателю, отвечает на дополнительные вопросы.

7. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса

7.1 Перечень информационных технологий.

– Использование электронных презентаций при проведении лекционных и практических занятий.

7.2 Перечень необходимого программного обеспечения.

1. Операционная система MS Windows.
2. Интегрированное офисное приложение MS Office.
3. Программное обеспечение для организации управляемого коллективного и безопасного доступа в Интернет.

8. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

№	Вид работ	Наименование учебной аудитории, ее оснащенность оборудованием и техническими средствами обучения
1.	Лекционные занятия	Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения
2.	Лабораторные занятия	Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, компьютерами, проектором, программным обеспечением
3.	Практические занятия	Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения
4.	Групповые (индивидуальные) консультации	Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, компьютерами, программным обеспечением
5.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, компьютерами, программным обеспечением
6.	Самостоятельная работа	Кабинет для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

Примечание: Конкретизация аудиторий и их оснащение определяется ОПОП.