

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«РОССИЙСКИЙ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ (РОСБИОТЕХ)»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.06. Методы оптимизации проектных решений

(Адаптированная рабочая программа для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов)

Направление подготовки:	09.03.01 Информатика и вычислительная техника
Программа бакалавриата:	Модели, методы и программное обеспечение анализа проектных решений
Уровень программы:	бакалавриат
Форма обучения:	очная

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат:

00D05D015A41D43C257354CF2FDD93F88

Владелец: РОСБИОТЕХ

Действителен: с 11.11.2024 по 04.02.2026

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ И ЕЕ МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОПОП

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Целями освоения дисциплины «Методы оптимизации проектных решений» являются ознакомление студентов с формулировками задач параметрической оптимизации, возникающими в процессе проектирования, и методами их решения.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- изучить формулировки задач оптимизации, методы поиска решений;
- применить усвоенный материал на практических занятиях и рассмотреть конкретные задачи параметрической оптимизации;

1.2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Данная учебная дисциплина включена в базовую часть образовательной программы бакалавриата по направлению подготовки 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника» Осваивается на 3 курсе, в 5 семестре. Итоговая аттестация – экзамен.

Дисциплина базируется на знаниях, ранее приобретенных студентами при изучении следующих дисциплин «Информационные технологии в приборостроении» и «Методология научных исследований».

Курс дает понятие о параметрической оптимизации как о дисциплине, изучающей формулировки и методы оптимизации, возникающие при проектировании сложных технических объектов, когда выбор альтернативного проектного решения требует учета большого объема разнородной информации. Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и используются при изучении других дисциплин: «Методы обработки измерительной информации»; «Компьютерное проектирование приборов и систем».

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

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих общекультурных и профессиональных компетенций бакалавра:

Дисциплина входит в состав части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений.

Таблица 1.1 – Результаты обучения по дисциплине

Код, наименование индикатора	Результаты обучения по дисциплине
ПК-5	Способен разрабатывать требования и проектировать программное обеспечение

Код, наименование индикатора	Результаты обучения по дисциплине
ПК -4 Способен сопрягать аппаратные и программные средства в составе информационных и автоматизированных систем	
ИД-1 (ПК-5) Знать: сбора, обработки, передачи, хранения информации и управления, компьютерных сетей и информационных систем в соответствии с техническим заданием	– Основные положения теории оптимизации виды ресурсов и ограничений для решения проектных задач; – знать этапы жизненного цикла проекта; – знать стратегию основных оптимизационных методов; – необходимые для осуществления проектной деятельности правовые нормы и принципы управления проектами – знать цифровые средства, предназначенные для взаимодействия с другими людьми и выполнения командной работы
ИД-2 (ПК-1) Способен подготовить график выполнения проектных работ, рабочие чертежи, Принципиальные схемы,	– Осуществлять поиск оптимальных проектных решений с использование специализированных программных комплексов разрабатывать алгоритмы оптимизационных методов – Выбирает один из нескольких алгоритмов решения поставленной задачи; – Способен обосновать выбор алгоритма решения задачи;
ИД-3 (ПК-5) Владеть: навыками разработки эффективных программных продуктов	– навыками формализации прикладных оптимизационных задач – навыками разработки программных реализаций алгоритмов оптимизационных методов при решении прикладных задач – Имеет навык решения поставленной задачи в команде

Преподавание дисциплины «Методы оптимизации проектных решений» предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, практических работ обучающегося. Результаты обучения по дисциплине 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. ОБЪЁМ ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 4 зачетных единиц.

Ниже приведено распределение общего объема дисциплины (в академических часах) в соответствии с утвержденным учебным планом.

Таблица 1. Виды работ

Виды работ	Форма обучения
	Очная
	5 семестр
занятия лекционного типа	32
практические занятия	32
Контроль (экзамен)	36
<i>Самостоятельная работа</i>	44
<i>Итого</i>	144

3. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3. Содержание дисциплины

3.1 Перечень разделов и (или) тем дисциплины и их дидактическое содержание

Таблица 2. Разделы и темы дисциплины

№ компетенции	№ п/п	Наименование раздела (темы) дисциплины	Содержание раздела (темы) в дидактических единицах
ПК-4 ПК-5	1	Тема 1. Общая характеристика оптимизационных задач.	Математическая постановка задач оптимизации. Критерии оптимальности: частный, аддитивный, мультипликативный, максиминный. Виды ограничений. Классификация задач: задачи безусловной и условной оптимизации, одномерной и многомерной оптимизации, задачи нелинейного, линейного, целочисленного программирования, задачи оптимального управления. Первичная классификация задач оптимизации в зависимости от вида целевой функции и наличия и характера ограничений.
	2	Тема 2. Методы безусловной оптимизации (для функции одной переменной). Методы безусловной оптимизации (для функции нескольких переменных).	Одномерная оптимизация. Необходимые и достаточные условия оптимальности. Методы половинного деления, “золотого” сечения, Фибоначчи. Многомерная оптимизация. Необходимые и достаточные условия оптимальности. Методы нулевого порядка. Методы первого порядка.
	3	Тема 3. Формирование критериев оптимальности, аддитивные, мультипликативные и минимаксные критерии. Основные подходы к решению задачи векторной оптимизации.	Формирование критериев оптимальности, аддитивные, мультипликативные и минимаксные критерии. Неформальное определение наилучшего значения вектора варьируемых параметров модели. Основные подходы к решению задачи векторной оптимизации. Область Парето. Построение множества конкурирующих решений. Метод последовательной субоптимизации. Сведение задачи векторной оптимизации к скалярной. Стратегии выбора весовых коэффициентов для частных критериев.

4	Тема 4. Условия существования экстремума целевой функции в задаче последовательной безусловной минимизации.	Экстремум ограниченной непрерывной функции. Разложение гладкой функции в ряд Тейлора. Нормы векторов и матриц. Спектральная норма матрицы. Необходимое условие 1-го порядка как теоретическая основа построения градиентных методов оптимизации. Седловая точка. Положительно определенная матрица. Необходимые и достаточные условия 2-го порядка. Количественные значения определенности (положительной, отрицательной и т. д.) матрицы Гессе и тип (минимум, максимум, седло) стационарной точки. Обусловленность матрицы. Количественные значения числа обусловленности матрицы Гессе (с использованием спектральной нормы) и характер экстремума. Квадратичные функции, их использование в последующих темах дисциплины.
5	Тема 5. Методы условной оптимизации. Линейное программирование.	Постановка задачи. Геометрическая интерпретация. Стандартный, канонический, общий вид задачи. Симплекс-метод решения задач линейного программирования. Отыскание начального допустимого базисного решения. Двойственность в линейном программировании. Вырожденность в линейном программировании. Основные подходы к решению задачи нелинейного программирования, влияние свойств модели проектируемого объекта на процесс ее решения.
6	Тема 6. Методы условной оптимизации. Нелинейное программирование.	Задачи с ограничениями- равенствами. Необходимые и достаточные условия Оптимальности ограничениями- неравенствами. Методы решения задач нелинейного программирования.

	7	Тема 7. Методы 0-го и 1-го порядка безусловной минимизации многопараметрической унимодальной функции.	Общая характеристика методов 0-го порядка. Метод покоординатного спуска с дискретным и оптимальным шагом, его основные недостатки. Метод конфигураций, метод вращающихся координат (метод Розенброка). Теорема о построении ортогональных направлений поиска. Понятие сопряженных направлений. Свойство параллельных подпространств квадратичной функции, квадратичная скорость сходимости процесса поиска ее минимума по сопряженным направлениям. Метод сопряженных направлений 0-го порядка. Линейная независимость направлений поиска. Сравнение эффективности рассмотренных методов. Общая характеристика методов 1-го порядка. Градиент -направление наиболее быстрого изменения функции (доказательство путем решения соответствующей экстремальной задачи методом множителей Лагранжа). Метод наискорейшего спуска (метод Коши), доказательство его недостатков. Методы параллельных касательных и "тяжелого шарика". Вывод метода сопряженных направлений Флетчера-Ривса. Метод сопряженных направлений Зангвилла. Сравнение эффективности рассмотренных методов.
--	---	---	---

3.2 Распределение учебного времени по семестру, разделам и (или) темам, видам учебных занятий, видам текущего контроля успеваемости очной формы обучения. (□ смотри условные обозначения)

Таблица 3. Распределение текущего времени дисциплины

№ п/п	Вид занятия	Период обучения (семестр). Наименование раздела (темы) дисциплины. Тема учебного	К о л и ч е	Формы текущего контроля успеваемости
----------	----------------	---	----------------------------	---

		занятия	с т в о ч а с о в	РИ	Обс	Пр	Кп	КУ	РЗ
5 семестр									
	ЛЗ, ПЗ	Тема 1. Общая характеристика оптимизационных задач.	4/4	+				+	
	ЛЗ, ПЗ	Тема 2. Методы безусловной оптимизации (для функции одной переменной). Методы безусловной оптимизации (для функции нескольких переменных).	4/4	+	+	+		+	
	ЛЗ, ПЗ	Тема 3. Формирование критериев оптимальности, аддитивные, мультипликативные и минимаксные критерии. Основные подходы к решению задачи векторной оптимизации.	4/4	+		+		+	+
	ЛЗ, ПЗ	Тема 4. Условия существования экстремума целевой функции в задаче последовательной безусловной минимизации.	6/6	+	+	+	+		+
	ЛЗ, ПЗ	Тема 5. Методы условной оптимизации. Линейное программирование.	4/4	+		+		+	
	ЛЗ, ПЗ	Тема 6. Методы условной оптимизации. Нелинейное программирование.	4/4			+	+	+	+

	ЛЗ, ПЗ	Тема 7. Методы 0-го и 1-го порядка безусловной минимизации многопараметрической унимодальной функции.	6/6		+	+			+
	Экзамен								
Всего по дисциплине									

***Формы контроля (условные обозначения)**

РИ	Контроль работы с информацией
Обс	Участие в обсуждении
Пр	Контроль результатов практикума
КТ	Контроль тестовый
Кп	Контроль письменный
КУ	Контроль устный
РЗ	Решение ситуационной задачи

3.3 Виды текущего контроля успеваемости

<i>Текущий контроль</i>	ТК
<i>Рубежный контроль</i>	РК

Текущий контроль проводится на семинарских занятиях путем устного и письменного опроса.

Рубежный контроль - проводится на контрольной работе или коллоквиуме и направлен на всестороннюю оценку закрепления студентами теоретических знаний и навыков по одному или нескольким разделам рабочей программы и включает 5-7 заданий (для письменной работы) или 2-3 теоретических вопроса (для коллоквиума) по разделам дисциплины, включенным в тему контрольной работы или коллоквиума.

3.4. Структура текущего контроля

Таблица 4. Структура текущего контроля

№ п/п	№ семестра	Наименование раздела учебной дисциплины	Виды контроля и аттестации (ТК, РК)	Оценочные средства		
				Форма	Количество вопросов в задании	Количество независимых вариантов

1	3	Тема 1. Общая характеристика оптимизационных задач.	ТК	Обс, Пр, КУ, РЗ, КП	5	4
			РК	КУ, КП	5	10
2	3	Тема 2. Методы безусловной оптимизации (для функции одной переменной). Методы безусловной оптимизации (для функции нескольких переменных).	ТК	Обс, Пр, КУ, РЗ, КП	5	4
			РК	КУ, КП	5	10
3	3	Тема 3. Формирование критериев оптимальности, аддитивные, мультипликативные и минимаксные критерии. Основные подходы к решению задачи векторной оптимизации.	ТК	Обс, Пр, РЗ	5	
			РК	КУ, КП	6	10
4	4	Тема 4. Условия существования экстремума целевой функции в задаче последовательной безусловной минимизации.	ТК	Обс, Пр, РЗ	5	
			РК	КУ, КП	5	10
5	4	Тема 5. Методы условной оптимизации. Линейное программирование.	ТК	Обс, Пр, РЗ		
			РК	КУ, КП	5	10
6	4	Тема 6. Методы условной оптимизации. Нелинейное программирование.	ТК	Обс, Пр, КУ, РЗ, КП	5	4
			РК	КУ, КП	7	10
	4	Тема 7. Методы 0-го и 1-го порядка	ТК	Обс, Пр, КУ,	7	10

		безусловной минимизации многопараметрической унимодальной функции.	РК	РЗ, КП		
--	--	--	----	--------	--	--

3.5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Обучение складывается из аудиторных занятий, включающих лекционный курс и практические занятия, и самостоятельной работы. Основное учебное время уделяется изучению теоретической части предмета, а также изучению методов решения задач.

При изучении учебной дисциплины необходимо использовать лекционный материал, основную учебную литературу.

В соответствии с требованиями ФГОС ВО в учебном процессе широко используются активные и интерактивные формы проведения занятий, включающие имитационные технологии (взаимоконтроль и взаимооценка знаний студентами, решение ситуационных задач) и неимитационные технологии (дискуссии). Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, составляет не менее 30% от аудиторных занятий.

Самостоятельная работа студентов подразумевает подготовку к занятиям, контрольным, зачетам и экзаменам, и включает в себя работу с учебной литературой, поиск научной информации. Работа с учебной литературой рассматривается как вид учебной работы по дисциплине и выполняется в пределах часов, отводимых на её изучение (в разделе СРС).

Каждый обучающийся обеспечен доступом к библиотечным фондам Института. По каждому разделу учебной дисциплины разработаны методические рекомендации для студентов и методические указания для преподавателей.

Текущий контроль усвоения предмета определяется собеседованием в ходе занятий, при решении типовых ситуационных задач.

Самостоятельная работа:

Внеаудиторная СРС по дисциплине «Методы оптимизации проектных решений» включает, в частности, следующие виды деятельности:

- проработку учебного материала (по конспектам, учебной и научной литературе);
- изучение тем теоретического курса, запланированных для самостоятельного освоения;
- подготовку к выполнению и сдаче лабораторных работ;

- подготовку к мероприятиям текущего контроля, зачетам и экзаменам;
- участие в выполнении коллективных проектов учебного назначения;

СР01. Подготовить к представлению доклад на заданную преподавателем тему, проиллюстрированный презентационным материалом для участия в лекции-конференции.

4. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ И ТЕХНОЛОГИЙ

4.1. Перечень основной литературы

1. Оптимизация проектных решений [Электронный ресурс] : метод. рек. к лаб. работам для студентов. Ч. 1 / сост. А. Н. Бондарев, А. М. Бутома, А. Г. Козлов, Д. В. Роголев. - Могилев : Белорус.-Рос. ун-т, 2022. - 28с.
2. <http://e.biblio.bru.by/handle/1212121212/18988>.
3. Зенков, А. В. Методы оптимальных решений : учебное пособие для вузов / А. В. Зенков. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 201 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-05377-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/540061> (дата обращения: 19.10.2024).
4. Муромцев, Д. Ю. Методы оптимизации и принятие проектных решений : учебное пособие для магистрантов по направлению 11.04.03 / Д. Ю. Муромцев, В. Н. Шамкин. — Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2015 — 80 с. — 100 экз. ISBN 978-5-8265-1451-1

Перечень дополнительной литературы

1. Смирнов, И.А. Методы оптимизации: Методические указания к выполнению контрольных работ для заочной формы обучения направления подготовки "Информатика и вычислительная техника" / И. А. Смирнов, О. В. Ершова, Р. И. Белова; СПбГТИ(ТУ). Каф. систем автоматизир. проектирования и упр. - СПб. ,2010. - 59 с.
2. Решение задач нелинейного программирования на основе условий Куна - Таккера с использованием системы компьютерной математики MathCAD : методические указания / В. А. Холоднов, Е. С. Боровинская, М. Б. Суханов, А. В. Гайков; СПбГТИ(ТУ). Каф. мат. моделирования и оптимизации хим.-технол. процессов. - СПб. 2010. - 50 с.
3. Решение задач нелинейного программирования на основе градиентных методов с использованием системы компьютерной математики MathCAD : методические указания / В. А. Холоднов, Е. С. Боровинская, В. П. Андреева, В. И. Черемисин ; СПбГТИ(ТУ). Каф. мат. моделирования и оптимизации хим.-технол. процессов. - СПб. : 2010. - 68 с.
4. Лесин, В. В. Основы методов оптимизации : Учебное пособие / В. В. Лесин, Ю. П. Лисовец. - 3-е изд., испр. - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2011. - 341 с.
5. Смирнов И.А. Методы оптимизации. Базовый курс : Учебное пособие для заочной формы обучения направления подготовки "Информатика и вычислительная техника" / И. А. Смирнов ; СПбГТИ(ТУ). - СПб. : 2010. - 101 с.

6. Чистякова, Т. Б. Математическое моделирование химико-технологических объектов с распределенными параметрами : учеб. пособие для вузов / Т. Б. Чистякова, А. Н. Полосин, Л. В. Гольцева. – СПб. : ЦОП «Профессия», 2010. – 240 с.

7. Норенков, И. П. Автоматизированные информационные системы : учеб. пособие для вузов / И. П. Норенков. – М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011. – 342 с.

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

Богданова Е.Л. Оптимизация в проектном менеджменте:

программирование: учебное пособие / Е.Л. Богданова, К.А. Соловейчик, К.Г.

Аркина. – СПб.: Университет ИТМО, 2017 – 165 с.

8. Ржевский, С.В. Математическое программирование : учебное пособие / С.В.

Ржевский. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 608 с. — ISBN 978-5-8114-3853-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL:

<https://e.lanbook.com/book/123692> (дата обращения: 11.12.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

9. Копылов, Ю.Р. Основы компьютерных цифровых технологий машиностроения

: учебник / Ю.Р. Копылов. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 496 с. — ISBN 978-5-8114-3913-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/125736> (дата обращения: 11.12.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

10. Затонский, А.В. Моделирование объектов управления в MatLab : учебное пособие / А.В. Затонский, Л.Г. Тугашова. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 144 с. — ISBN

978-5-8114-3270-7. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/111915> (дата обращения: 11.12.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4.3. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.

учебный план, РПД и учебно-методические материалы: <http://media.technolog.edu.ru>

сайт об инновациях в России <http://innovation.gov.ru>

веб-страница журнала «Информационные технологии» <http://www.novtex.ru/IT>

сайты информационных технологий: <http://inftech.webservis.ru>,

<http://citforum.ru>

информационно-аналитический портал «Научная электронная библиотека»

<http://elibrary.ru>

международные мультидисциплинарные аналитические реферативные
базы

данных научных публикаций <http://webofknowledge.com>,
<http://scopus.com>

электронно-библиотечные системы:

«Электронный читальный зал — БиблиоТех»
<https://technolog.bibliotech.ru/>;

«Лань» <https://e.lanbook.com/books/>

Рабочая программа

Ресурсы электронной информационно-образовательной среды института
представлены в локальном нормативном акте «Положение об электронной
информационно-образовательной среде РОСБИОТЕХ

Электронные образовательные ресурсы, к которым обеспечен доступ
обучающихся, в т.ч. приспособленные для использования инвалидами и
лицами с ограниченными возможностями здоровья, приведены на
официальном сайте института в разделе «Об институте» - «Сведения об
образовательной организации» - «Материально-техническое обеспечение и
оснащенность образовательного процесса».

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

К современному специалисту общество предъявляет достаточно широкий перечень требований, среди которых немаловажное значение имеет наличие у выпускников определенных способностей и умений самостоятельно добывать знания из различных источников, систематизировать полученную информацию, давать оценку конкретной ситуации. Формирование такого умения происходит в течение всего периода Вашего обучения через участие в практических занятиях, выполнение контрольных заданий и тестов. При этом Ваша самостоятельная работа играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Успешное освоение компетенций, формируемых данной учебной дисциплиной, предполагает оптимальное использование Вами времени самостоятельной работы. Целесообразно посвящать до 20 минут изучению конспекта лекции в тот же день после лекции и за день перед лекцией. Теоретический материал изучать в течение недели до 2 часов, а готовиться к практическому занятию по дисциплине до 1.5 часов.

На каждую лекцию, а также на каждое практическое занятие в рамках самостоятельной работы предусмотрена индивидуальная подготовка студентов, для закрепления лекционного материала, изучения некоторых вопросов, заданных лектором для самостоятельного изучения и решения задач для самостоятельного закрепления учебного материала.

Для самостоятельной работы используется учебно-методическое обеспечение в виде учебников, учебных и учебно-методических пособий из рекомендуемого списка, в том числе на электронных носителях и Интернет-ресурсы. Тематика самостоятельной работы соответствует содержанию разделов и тем дисциплины.

В индивидуальных случаях с целью углубленного изучения материала дисциплины тематика самостоятельной работы может несколько расширять рамки содержания тем дисциплины.

Виды самостоятельной работы обучающихся:

- проработка конспектов лекций;
- изучение дополнительных учебных вопросов по дополнительным источникам, в том числе Интернет-ресурсам;
- выполнение практических заданий (решение задач, выполнение упражнений) в рамках содержания разделов и тем дисциплины, в том числе с использованием ПЭВМ;
- выполнение творческих заданий (формулировка и формализация новых задач в различных областях применения методов теории информации и кодирования; подготовка и написание рефератов; разработка алгоритмов и программ, реализующих методы информационного анализа систем и теории кодирования) по отдельным вопросам для углубленного изучения дисциплины.

Формы контроля самостоятельной работы обучающихся: выборочный опрос или письменная контрольная работа на аудиторных занятиях по материалам самостоятельной работы обучающихся; проверка отчетов и рефератов; проверка заданий на компьютере.

На самостоятельных занятиях прививается умение организовывать свой труд, приобретать новые знания с использованием учебной литературы и современных информационных образовательных технологий.

Рекомендуется использовать методические указания и материалы по учебной дисциплине, текст лекций, а также электронные пособия, имеющиеся в системе VitaLMS.

Теоретический материал курса становится более понятным, когда дополнительно к прослушиванию лекций Вами изучаются и книги по данной учебной дисциплине. Полезно

использовать несколько учебников, однако легче освоить курс, придерживаясь одного учебника и конспекта.

Рекомендуется, кроме «заучивания» материала, добиться понимания изучаемой темы дисциплины. С этой целью после прочтения очередной главы желательно выполнить несколько простых упражнений на соответствующую тему. Кроме того, очень полезно мысленно задать себе и попробовать ответить на следующие вопросы: о чем эта глава, какие новые понятия в ней введены, каков их смысл.

При подготовке к промежуточной аттестации необходимо освоить теоретические положения данной дисциплины, разобрать определения всех понятий и постановки моделей, описывающих процессы, рассмотреть примеры и самостоятельно решить несколько типовых задач из каждой темы. Дополнительно к изучению конспектов лекций необходимо пользоваться учебниками по учебной дисциплине.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

По всем видам учебной деятельности в рамках дисциплины используются аудитории, оснащенные необходимым специализированным оборудованием.

Таблица 5. Наименования помещения для проведения дисциплины

Наименование специальных помещений	Оснащенность специальных помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения
<i>учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, – Компьютерный класс</i>	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Технические средства: компьютерная техника, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети Интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	MS Office, Windows; 7-Zip сервисное без ограничений файловый архиватор Java SE (GNU GPL) средства разработки приложений на языке программирования Java Netbeans IDE GNU GPL среда разработки приложений на языке программирования Java Visual Prolog Personal Edition
<i>учебная аудитория для проведения занятий лекционного типов</i>	Мебель: учебная мебель Технические средства: компьютер, принтер, мультимедиа-проектор, проекционный экран	проприетарная (свободное для учебных заведений) среда разработки приложений на языке программирования Пролог StarUML (GNU GPL) средства разработки UML диаграмм DevC++ (GNU GPL) среда разработки приложений на языке программирования C/C++ XAMPP (GNU GPL) сборка веб-сервера (содержит Apache, MariaDB, PHP, Perl)

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены помещения, укомплектованные специализированной мебелью, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду института.

Таблица 6. Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся

Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся	Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся	Перечень лицензионного программного обеспечения
Помещение для самостоятельной работы обучающихся	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	OC Windows Pro 10, MS Office Home and Student, антивирус и свободным ПО - PostgreSQL, R, JuliaPro, PyMol, BioPython, SigmaPlot

7. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ

Проверка достижения результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

7.1. Текущий контроль успеваемости

Текущий контроль успеваемости включает в себя мероприятия по оцениванию выполнения лабораторных работ, заданий для самостоятельной работы. Мероприятия текущего контроля успеваемости приведены в таблице 7.1.

7.2. Промежуточная аттестация

Формы промежуточной аттестации по дисциплине приведены в таблице 7.2.

Таблица 7. Формы промежуточной аттестации

Обоз- начение	Форма отчетности	Очная
Экз01	экзамен	5 семестр

8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

8.1. Оценочные средства

Оценочные средства соотнесены с результатами обучения по дисциплине и индикаторами достижения компетенций.

ПК-5 Способен разрабатывать требования и проектировать программное обеспечение

ПК -4 Способен сопрягать аппаратные и программные средства в составе информационных и автоматизированных систем

Вопросы к Экзамену

1. Математическая постановка задач оптимизации.
2. Критерии оптимальности: частный, аддитивный, мультипликативный, максиминный.
3. Виды ограничений.
4. Классификация задач: задачи безусловной и условной оптимизации, одномерной и многомерной оптимизации, задачи нелинейного, линейного, целочисленного программирования, задачи оптимального управления.
5. Первичная классификация задач оптимизации в зависимости от вида целевой функции и наличия и характера ограничений.
6. Одномерная оптимизация.
7. Необходимые и достаточные условия оптимальности.
8. Методы половинного деления, “золотого” сечения, Фибоначчи.
9. Многомерная оптимизация.
10. Необходимые и достаточные условия оптимальности. Методы нулевого порядка.
11. Методы первого порядка.
12. Формирование критериев оптимальности, аддитивные, мультипликативные и минимаксные критерии.
13. Неформальное определение наилучшего значения вектора варьируемых параметров модели.
14. Основные подходы к решению задачи векторной оптимизации. Область Парето. Построение множества конкурирующих решений.
15. Метод последовательной субоптимизации.
16. Сведение задачи векторной оптимизации к скалярной.
17. Стратегии выбора весовых коэффициентов для частных критериев.
18. Экстремум ограниченной непрерывной функции. Разложение гладкой функции в ряд Тейлора. Нормы векторов и матриц.
19. Спектральная норма матрицы.
20. Необходимое условие 1-го порядка как теоретическая основа построения градиентных методов оптимизации. Седловая точка. Положительно определенная матрица.

21. Необходимые и достаточные условия 2-го порядка.
22. Количественные значения определенности (положительной, отрицательной и т. д.) матрицы Гессе и тип (минимум, максимум, седло) стационарной точки.
23. Обусловленность матрицы. Количественные значения числа обусловленности матрицы Гессе (с использованием спектральной нормы) и характер экстремума.
24. Квадратичные функции, их использование в последующих темах дисциплины.
25. Постановка задачи. Геометрическая интерпретация. Стандартный, канонический, общий вид задачи.
26. Симплекс-метод решения задач линейного программирования.
27. Отыскание начального допустимого базисного решения. Двойственность в линейном программировании. Вырожденность в линейном программировании. Основные подходы к решению задачи нелинейного программирования, влияние свойств модели проектируемого объекта на процесс ее решения.
28. Задачи с ограничениями- равенствами. Необходимые и достаточные условия
29. Оптимальности ограничениями- неравенствами. Методы решения задач нелинейного программирования.
30. Общая характеристика методов 0-го порядка. Метод покоординатного спуска с дискретным и оптимальным шагом, его основные недостатки.
31. Метод конфигураций, метод вращающихся координат (метод Розенброка). Теорема о построении ортогональных направлений поиска.
32. Понятие сопряженных направлений.
33. Свойство параллельных подпространств квадратичной функции, квадратичная скорость сходимости процесса поиска ее минимума по сопряженным направлениям.
34. Метод сопряженных направлений 0-го порядка. Линейная независимость направлений поиска.
35. Сравнение эффективности рассмотренных методов. Общая характеристика методов 1-го порядка. Градиент -направление наиболее быстрого изменения функции (доказательство путем решения соответствующей экстремальной задачи методом множителей Лагранжа).
36. Метод наискорейшего спуска (метод Коши), доказательство его недостатков. Методы параллельных касательных и "тяжелого шарика".
37. Вывод метода сопряженных направлений Флетчера-Ривса. Метод сопряженных направлений Зангвилла.
38. Сравнение эффективности рассмотренных методов.

Примерные вопросы экзаменационных задач

Вариант № 1 Объектом оптимизации является химико-технологическая система, состоящая из двух реакторов непрерывного действия. В них в

результате химического взаимодействия из двух сырьевых компонентов, объемные расходы которых A_1 и A_2 ($\text{м}^3/\text{ч}$), образуется целевой компонент в количестве C ($\text{кг}/\text{ч}$). Для исследования процесса разработана эмпирическая математическая модель, в соответствии с которой количество C зависит от объемных расходов компонентов по следующему правилу: $C = \alpha (A_1^2 + \beta A_2 - \mu V_1)^N + \alpha_1 (\beta_1 A_1 + A_2^2 - \mu_1 V_2)^N$, где α , α_1 , β , β_1 , μ , μ_1 – нормирующие коэффициенты, равные 1; N – количество реакторов (2 шт.); V_1 и V_2 – рабочие объемы реакторов (11 и 7 м^3 соответственно). Технологическим регламентом установлены следующие требования к проведению процесса. Объемные расходы сырьевых компонентов A_1 и A_2 могут изменяться в диапазоне от 1 до 10 $\text{м}^3/\text{ч}$ соответственно; кроме того, необходимо, чтобы суммарная производительность реакторов была не больше 8 $\text{м}^3/\text{час}$. Необходимо найти такие условия проведения процесса (значения A_1 и A_2), при которых обеспечивается максимальный выход целевого компонента в кг за рабочую смену (8 часов). Точность решения – 1 кг .

Вариант №2 Объектом оптимизации является процесс фильтрования с использованием установки, имеющей две фильтрационные перегородки, на каждой из которых поддерживается свой температурный режим. Известно, что объем фильтрата V ($\text{м}^3/\text{ч}$) связан с температурами T_1 и T_2 на каждой перегородке следующим образом: $V = \alpha \cdot (T_1 - \beta \cdot \Delta p_1) \cdot \cos(\gamma \cdot \Delta p_2 \sqrt{T_1^N + T_2^N})$, где Δp_1 и Δp_2 – величина перепада давлений на каждой перегородке (Кпа); $\Delta p_1 = \Delta p_2 = 1$; α , β , γ – нормирующие множители; $\alpha = \beta = 1$; $\gamma = 3.14$; N – количество перегородок (2 шт.). Для эффективного фильтрования необходимо, чтобы температура на первой перегородке была не ниже -3°C и не выше 0°C , а на второй – не выше 3°C и не ниже $-0,5^\circ\text{C}$, кроме того, должно выполняться условие: $T_2 - T_1 \geq 3$. Необходимо определить такой температурный режим проведения процесса (значения T_1 и T_2), при котором обеспечивается максимальный выход фильтрата в м^3 за рабочую смену (8 часов). Точность решения – $0,01 \text{ м}^3$.

Вариант №3 Необходимо найти габаритные размеры теплообменного устройства химического реактора (длину L (м) и ширину S (м)), обеспечивающие минимальные затраты на изготовление изделия. Затраты на изготовление изделия связана с его весом. Зависимость веса изделия P от геометрических размеров и заданных характеристик теплообменника определяется по формуле: $P = \alpha \cdot (L - S)^2 + \beta \cdot 1 / H \cdot (S + L - \gamma \cdot N)^2$, где H – высота теплообменника (9 м), N – число витков змеевика (10 шт), α , β , γ , – нормирующие множители, равные 1. На габариты теплообменника накладываются следующие ограничения. Длина L должна быть не менее 1 м и не более 15 м, ширина S – не менее 1 м и не более 12 м. Кроме того, обязательно должно выполняться условие: сумма ($L + S$) должна быть не менее 12 м. Стоимость изготовления 1 кг изделия составляет 100 у.е. Точность решения – 1 у.е.

Вариант 4.

Рассмотрим модельный, упрощенный вариант задачи

распознавания. Пусть на плоскости даны координаты 20 точек (рисунок 1.3а).

Необходимо выбрать такой треугольник, образованный тремя точками, форма

и площадь которого наиболее близка к образцу (рисунок 1.3б). Графическое представление и малый объем данных задачи позволяет решить ее не пользуясь формальными методами. На рисунке 1.3а цветом выделен «наиболее похожий» треугольник. Расчет площади тоже не представляет труда: $S=(5 \cdot 3)/2=7,5$. Задачу минимизации массы и потерь энергии изделия сведем к задаче проектирования изделия массы, не превышающей $n\%$, у которого потери не превысят $m\%$. Если в полученной области будет находиться несколько решений, то область ограничений сужается, т.е. уменьшаются m , n , или оба сразу, если же решений нет, то область ограничений расширяется. Этот процесс, по сути, аналогичен выделению нехудших решений по Парето.

Вопросы для практических занятий

1 Математическая постановка задачи оптимизации. Понятие ограничений, граничных условий и целевых функций.

2 Качественные и количественные свойства задачи оптимизации. Многовариантный и оптимальный расчеты. Относительное улучшение критерия качества.

3 Классификация задач оптимизации. Понятие функционала. Примеры функционалов. Методы оптимизации функций и функционалов.

4 Линейное программирование. Постановка задачи

5 Геометрическая интерпретация задачи линейного программирования

6 Симплекс- метод решения задач линейного программирования

7 Методы безусловной оптимизации для функции одной переменной.

Постановка задачи для методов исключения интервалов

8 Метод половинного деления

9 Метод золотого сечения

10 Метод Фибоначчи

11 Проблемы многокритериальной оптимизации. Формализация задачи принятия решения.

12 Декомпозиция задачи принятия решения и оценка свойств альтернатив

13 Композиция оценок и сравнение. Область Парето. Приемы выбора в пространстве критериев.

14 Общая постановка задачи многокритериальной оптимизации. Метод главного критерия, линейная свертка, использование минимаксных целевых функционалов.

15 Компромиссы Парето. Множество эффективных и слабоэффективных решений многокритериальной задачи.

16 Схемы построения эффективных и слабо эффективных решений. Доказательство теоремы использования метода главного критерия как интерпретации эффективного решения.

17 Теорема о решении задачи минимаксных целевых функционалов как слабо эффективного вектора. Доказательство и следствия.

18 Теорема о решении задачи линейной свертки как слабо эффективного вектора

19 Теорема о непустом множестве решений задачи минимаксных целевых функционалов и принадлежащем ему эффективном векторе.

20 Теорема о решении задачи линейной свертки и выделении из него эффективного вектора

21 Теорема о непустом множестве решения задачи оптимизации и принадлежности его слабо эффективному вектору

22 Общая постановка задачи нелинейного программирования. Классификация задач нелинейного программирования

23 Поиск экстремума функции одной переменной в задаче нелинейного программирования.

24 Обобщенный алгоритма перемещения к экстремуму в задаче нелинейного программирования.

25 Метод штрафных функций в задаче нелинейного программирования

26 Задачи оптимизации в системах управления. Постановка Задачи стабилизации, задачи слежения, задачи экстремального управления и задачи оптимизации в теории управления.

27 Методы и способы поиска экстремума функции одной переменной. Способ последовательных шагов.

28 Методы и способы поиска экстремума функции одной переменной. Способ производной.

29 Методы и способы поиска экстремума функции одной переменной. Способ наложения модулированных колебаний.

8.2. Критерии и шкалы оценивания

Каждое мероприятие текущего контроля успеваемости оценивается по шкале «зачтено», «не зачтено».

Оценка «зачтено» выставляется обучающемуся при выполнении всех указанных показателей (Таблица 8.1), допускаются несущественные неточности в изложении и оформлении материала

При невыполнении хотя бы одного из показателей выставляется оценка «не зачтено».

Таблица 8.1 – Критерии оценивания мероприятий текущего контроля успеваемости

Наименование, обозначение	Показатель
Доклад	тема доклада раскрыта, сформулированы выводы; соблюдены требования к объему и оформлению доклада (презентации к

Наименование, обозначение	Показатель
	докладу);
Отчет	тема раскрыта; использованы рекомендуемые источники; соблюдены требования к объему и оформлению отчета

При оценивании результатов обучения по дисциплине в ходе промежуточной аттестации используются следующие критерии и шкалы.

Экзамен (Экз01).

Задание состоит из 2 теоретических вопросов и 1 практического задания.

Время на подготовку: 60 минут.

Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал рекомендуемой литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических заданий.

Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он твердо знает программный материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответах на вопросы, правильно применяет теоретические положения при решении практических заданий, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.

Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические задания.

Результат обучения по дисциплине считается достигнутым при получении обучающимся оценки «зачтено», «удовлетворительно», «хорошо», «отлично» по каждому из контрольных мероприятий, относящихся к данному результату обучения.

Особенности организации обучения лиц с ОВЗ и инвалидов

Для инвалидов и лиц с ОВЗ может изменяться объём дисциплины (модуля) в часах, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающегося (при этом не увеличивается количество зачётных единиц, выделенных на освоение дисциплины).

Фонды оценочных средств адаптируются к ограничениям здоровья и восприятия информации обучающимися. Основные формы представления оценочных средств – в печатной форме или в форме электронного документа.

Формы контроля и оценки результатов обучения инвалидов и лиц с ОВЗ

Категории студентов с ОВЗ и инвалидностью	
С нарушением зрения	- устная проверка: дискуссии, тренинги, круглые столы, собеседования, устные коллоквиумы и др.; - с использованием компьютера и специального ПО: работа с электронными образовательными ресурсами, тестирование, рефераты, курсовые проекты, дистанционные формы, если позволяет острота зрения - графические работы и др.; - при возможности письменная проверка с использованием рельефно- точечной системы Брайля, увеличенного шрифта, использование специальных технических средств (тифлотехнических средств): контрольные, графические работы, тестирование, домашние задания, эссе, отчеты и др.
С нарушением слуха	– письменная проверка: контрольные, графические работы, тестирование, домашние задания, эссе, письменные коллоквиумы, отчеты и др.; – с использованием компьютера: работа с электронными образовательными ресурсами, тестирование, рефераты, курсовые проекты, графические работы, дистанционные формы и др.; - при возможности устная проверка с использованием специальных технических средств (аудиосредств, средств коммуникации, звукоусиливающей аппаратуры и др.): дискуссии, тренинги, круглые столы, собеседования, устные коллоквиумы и др.
С нарушением опорно- двигательного аппарата	– письменная проверка с использованием специальных технических средств (альтернативных средств ввода, управления компьютером и др.): контрольные, графические работы, тестирование, домашние задания, эссе, письменные коллоквиумы, отчеты и др.; – устная проверка, с использованием специальных технических средств (средств коммуникаций): дискуссии, тренинги, круглые столы, собеседования, устные коллоквиумы и др.; – с использованием компьютера и специального ПО (альтернативных средств ввода и управления компьютером и др.): работа с электронными образовательными ресурсами, тестирование, рефераты, курсовые проекты, графические работы, дистанционные формы предпочтительнее обучающимся, ограниченным в передвижении и др.

В ходе проведения промежуточной аттестации предусмотрено:

- предъявление обучающимся печатных и (или) электронных материалов в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья;
- возможность пользоваться индивидуальными устройствами и средствами, позволяющими адаптировать материалы, осуществлять приём и передачу информации с учетом их индивидуальных особенностей;
- увеличение продолжительности проведения аттестации;
- возможность присутствия ассистента и оказания им необходимой помощи (занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, общаться с преподавателем).

Адаптация условий обучения, учебных материалов и особенности их использования.

Варианты адаптации задания могут быть разными и касаться разных его аспектов: формы задания, инструкции к заданию, его объема, уровня сложности, содержания.

При нарушениях слуха:

1. При организации образовательного процесса необходима особая фиксация на артикуляции выступающего, следует говорить громче и четче, подбирая подходящий уровень;
2. Процесс обучения требует использования дополнительных приемов для повышения эффективности запоминания материала;
3. Некоторые основные понятия изучаемого материала студентам с нарушенным слухом необходимо объяснять дополнительно. На занятиях требуется уделять повышенное внимание специальным профессиональным терминам, а также использованию профессиональной лексики. Для лучшего усвоения слабослышащими специальной терминологии необходимо каждый раз писать на доске используемые термины и контролировать их усвоение;
4. В процессе обучения рекомендуется использовать разнообразный наглядный материал. Сложные для понимания темы должны быть снабжены как можно большим количеством наглядного материала.;
5. Создание текстовых средств учебного назначения для студентов с нарушенным слухом требует участия сурдопереводчика;
6. Применение поэтапной системы контроля, текущего и промежуточного, способствует непрерывной аттестации студентов;
7. Сочетание всех видов речевой деятельности (говорения, слушания, чтения, письма, дактилирования, зрительного восприятия с лица и с руки говорящего);
8. Соблюдение слухоречевого режима на каждом занятии;
9. Использование информационных технологий, в том числе учебно-методических презентаций, контролирующих и контрольно-обучающих программ, которые проектируются по общей технологической схеме;
10. Сокращения объема записей за счет использования опорных конспектов, различных схем, придающих упрощенный схематический вид изучаемым понятиям.

При нарушении зрения:

1. Наличие альтернативной версии официального сайта организации в информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" для слабовидящих;
2. Размещение в доступных для обучающихся, являющихся слепыми или слабовидящими, местах и в адаптированной форме (с учетом их особых потребностей) справочной информации о расписании учебных занятий (информация должна быть выполнена крупным рельефно-контрастным шрифтом (на белом или желтом фоне) и продублирована шрифтом Брайля);
3. Использование четкого и увеличенного по размеру шрифта и графических объектов в мультимедийных презентациях;

4. Озвучивание визуальной информации, представленной обучающимся в ходе занятий

5. Обеспечение особого речевого режима преподавания: лекции читаются громко, разборчиво, отчётливо, с паузами между смысловыми блоками информации, обеспечиваются интонирование, повторение, акцентирование, профилактика рассеивания внимания;

6. Присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь;

7. Обеспечение выпуска альтернативных форматов печатных материалов (крупный шрифт или аудиофайлы);

8. Обеспечение доступа обучающегося, являющегося слепым и использующего собаку-проводника, к зданию организации.

При нарушении опорно-двигательного аппарата:

1. Материально-технические условия обеспечивают возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения, столовые, туалетные и другие помещения организации, а также пребывания в указанных помещениях (наличие пандусов, поручней, расширенных дверных проемов, лифтов, локальное понижение стоек-барьеров, наличие специальных кресел и других приспособлений);

2. При работе со студентами с нарушением опорно-двигательного аппарата используются методы, активизирующие познавательную деятельность обучающихся, развивающие устную и письменную речь и формирующие необходимые учебные навыки;

3. Габариты рабочего стола соответствуют эргономическим требованиям работы инвалида на коляске и функциональным требованиям выполнения рабочих операций в пределах зоны досягаемости;

4. Применение дополнительных средств активизации процессов запоминания и повторения;

5. Наличие чёткой системы и алгоритма организации самостоятельных работ и проверки заданий с обязательной корректировкой и комментариями;

6. Увеличение доли методов социальной стимуляции (обращение внимания, апелляция к ограничениям по времени, контактные виды работ, групповые задания др.

7. Наличие возможности использовать индивидуальные устройства и средства, позволяющие обеспечить реализацию эргономических принципов и комфортное пребывание на месте в течение всего периода учёбы (подставки, специальные подушки и др.).