

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по безопасности и общим вопросам

Дата подписания: 24.09.2023 11:15:40

Уникальный программный ключ:

d7a26b9e8ca85e98ac3de2ab454b4659d961f749

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования

«Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»

## Рабочая программа дисциплины (модуля)

# Непрерывная оптимизация

Закреплена за подразделением

Кафедра АСУ

Направление подготовки

09.03.01 ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

Профиль

Интеллектуальные системы анализа данных

Квалификация

**Бакалавр**

Форма обучения

**очная**

Общая трудоемкость

**4 ЗЕТ**

Часов по учебному плану

144

Формы контроля в семестрах:  
экзамен 7

в том числе:

аудиторные занятия

68

самостоятельная работа

40

часов на контроль

36

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	7 (4.1)		Итого	
	18			
Неделя	УП	РП	УП	РП
Лекции	34	34	34	34
Практические	34	34	34	34
Итого ауд.	68	68	68	68
Контактная работа	68	68	68	68
Сам. работа	40	40	40	40
Часы на контроль	36	36	36	36
Итого	144	144	144	144

Программу составил(и):  
*ст.преп., Агабубаев Аслан*

Рабочая программа

**Непрерывная оптимизация**

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» по направлению подготовки 09.03.01 ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА (приказ от 05.03.2020 г. № 95 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

09.03.01 ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА, 09.03.01-БИВТ-22-2.plx Интеллектуальные системы анализа данных, утвержденного Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" в составе соответствующей ОПОП ВО 21.10.2021, протокол № 8-21

Утверждена в составе ОПОП ВО:

09.03.01 ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА, Интеллектуальные системы анализа данных, утвержденной Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" 21.10.2021, протокол № 8-21

Рабочая программа одобрена на заседании

**Кафедра АСУ**

Протокол от 07.07.2021 г., №11

Руководитель подразделения Темкин Игорь Олегович

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

1.1	формирование основных навыков по методам непрерывной оптимизации для решения прикладных задач в управлении
-----	--

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Блок ОП:		Б1.В
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
2.1.1	Введение в глубинное обучение	
2.1.2	Дискретная оптимизация	
2.1.3	Математические основы информатики	
2.1.4	Машинное обучение	
2.1.5	Сложность вычислений	
2.1.6	Специальные главы дискретной математики	
2.1.7	Теория вероятности и математическая статистика	
2.1.8	Введение в теорию игр	
2.1.9	Математика	
2.1.10	Математическая логика	
2.1.11	Специальные главы программирования	
2.1.12	Учебная практика	
2.1.13	Алгоритмы и структуры данных	
2.1.14	Физика	
2.1.15	Численные методы	
2.1.16	Объектно-ориентированное программирование	
2.1.17	Основы дискретной математики	
2.1.18	Специальные главы линейной алгебры	
2.1.19	Специальные главы спортивного программирования	
2.1.20	Вычислительные машины, сети и системы	
2.1.21	Программирование и алгоритмизация	
2.1.22	Спортивное программирование	
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
2.2.1	Soft skills	
2.2.2	Курсовая научно-исследовательская работа	
2.2.3	Математические основы экономики	
2.2.4	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	

**3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ**

<b>ПК-3: Способен осуществлять поиск, анализ и обработку отечественных и зарубежных профильных научно-технических источников</b>
<b>Знать:</b>
ПК-3-31 принципы алгоритмического подхода к решению задач оптимизации, экономические интерпретации двойственной задачи и теории двойственности
<b>ПК-2: Способен применять современный математический аппарат в решении трудно-формализуемых задач</b>
<b>Знать:</b>
ПК-2-31 основные численные методы безусловной оптимизации, основные методы решения задач условной оптимизации
<b>ОПК-1: Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности</b>
<b>Знать:</b>
ОПК-1-31 критерии оптимизации и формальные постановки задачи оптимизации
<b>ПК-3: Способен осуществлять поиск, анализ и обработку отечественных и зарубежных профильных научно-технических источников</b>

<b>Уметь:</b>
ПК-3-У1 решать задачи линейного и нелинейного программирования, исследовать зависимость оптимального решения задачи линейного программирования от параметров модели
<b>ПК-2: Способен применять современный математический аппарат в решении трудно-формализуемых задач</b>
<b>Уметь:</b>
ПК-2-У1 применять симплекс-метод для решения задачи линейного программирования, проводить постоптимальный анализ результатов решения задачи линейного программирования
<b>ОПК-1: Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности</b>
<b>Уметь:</b>
ОПК-1-У1 формулировать оптимизационные задачи на основе данных из предметной области
<b>ПК-3: Способен осуществлять поиск, анализ и обработку отечественных и зарубежных профильных научно-технических источников</b>
<b>Владеть:</b>
ПК-3-В1 практическими навыками разработки алгоритмов и программных кодов для решения оптимизационных задач, навыками применения теории двойственности для исследования чувствительности оптимального решения
<b>ПК-2: Способен применять современный математический аппарат в решении трудно-формализуемых задач</b>
<b>Владеть:</b>
ПК-2-В1 навыками решения задач условной оптимизации, навыками решения задач безусловной оптимизации
<b>ОПК-1: Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности</b>
<b>Владеть:</b>
ОПК-1-В1 основами использования компьютерных систем при решении различных инженерных задач

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Формируемые индикаторы компетенций	Литература и эл. ресурсы	Примечание	КМ	Выполняемые работы
	<b>Раздел 1. Постановка задачи оптимизации</b>							
1.1	Понятие оптимизации. Примеры постановки задач. Классификация методов. Линии и поверхности уровня функций. Основные операторы алгоритма поиска минимума. Численная оценка производных. /Лек/	7	2	ОПК-1-31 ПК-2-31 ПК-3-31	Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1			
1.2	Методы направлений. Одномерный поиск как вспомогательная процедура. Методы одномерного поиска минимума. /Лек/	7	2	ОПК-1-31 ПК-2-31 ПК-3-31	Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1			
1.3	Поиск минимума одномерной функции. /Пр/	7	4	ОПК-1-У1 ОПК-1-В1	Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1			

1.4	конспектирование и реферирование первоисточников и другой научной и учебной литературы; проработка учебного материала (по конспектам, учебной и научной литературе); изучение учебного материала, перенесенного с аудиторных занятий на самостоятельную проработку; подготовка к лабораторным работам. /Ср/	7	8	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1	Л1.2Л2.1 Л2.2 Э2			
	<b>Раздел 2. Методы оптимизации нулевого порядка</b>							
2.1	Метод сопряженных направлений. Способ определения направления поиска. Правило останова. Эффективность метода. /Лек/	7	4	ОПК-1-31 ПК-2-31 ПК-3-31	Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1			
2.2	Симплексный метод. Алгоритм построения симплекса. Правило перемещения. Правило останова. Особенности перемещения симплекса в овражных функциях. /Лек/	7	4	ОПК-1-31 ПК-2-31 ПК-3-31	Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1			
2.3	Поиск минимума функции методами нулевого порядка. /Пр/	7	4	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1			
2.4	конспектирование и реферирование первоисточников и другой научной и учебной литературы; проработка учебного материала (по конспектам, учебной и научной литературе); изучение учебного материала, перенесенного с аудиторных занятий на самостоятельную проработку; подготовка к лабораторным работам. /Ср/	7	8	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.2Л2.1 Л2.2 Э2			
	<b>Раздел 3. Методы оптимизации первого порядка</b>							
3.1	Методы градиента. Метод с постоянным множителем шага. Метод наискорейшего спуска. Сравнение эффективности методов. /Лек/	7	2	ОПК-1-31 ПК-2-31 ПК-3-31	Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1			
3.2	Метод сопряженных градиентов. Вывод формулы вычисления направления поиска минимума. Правило останова. Примеры построения траектории поиска минимума. /Лек/	7	2	ОПК-1-31 ПК-2-31 ПК-3-31	Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1			

3.3	Поиск минимума функции градиентными методами. /Пр/	7	6	ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1			
3.4	конспектирование и реферирование первоисточников и другой научной и учебной литературы; проработка учебного материала (по конспектам, учебной и научной литературе); изучение учебного материала, перенесенного с аудиторных занятий на самостоятельную проработку; подготовка к лабораторным работам. /Ср/	7	8	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.2Л2.1 Л2.2 Э2			
	<b>Раздел 4. Методы оптимизации второго порядка</b>							
4.1	Понятие о методах второго порядка. Метод Ньютона. Обоснование формулы вычисления направления поиска минимума. Правило останова. Примеры. /Лек/	7	2	ОПК-1-31 ПК-2-31 ПК-3-31	Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1			
4.2	Поведение алгоритмов в случае овражных функций. Модификация алгоритмов. /Лек/	7	2	ОПК-1-31 ПК-2-31 ПК-3-31	Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1			
4.3	Поиск минимума функции методами второго порядка. /Пр/	7	4	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1			
4.4	конспектирование и реферирование первоисточников и другой научной и учебной литературы; проработка учебного материала (по конспектам, учебной и научной литературе); изучение учебного материала, перенесенного с аудиторных занятий на самостоятельную проработку; подготовка к лабораторным работам. /Ср/	7	8	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.2Л2.1 Л2.2 Э2			
	<b>Раздел 5. Нелинейное программирование</b>							
5.1	Обзор методов оптимизации при наличии ограничений. Условия существования минимума. /Лек/	7	2	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1			
5.2	Нелинейное программирование. Условия Куна-Таккера. Формулировка задачи поиска условного минимума. Возможности аналитических методов ее решения. /Лек/	7	2	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1			

5.3	Методы штрафных функций. Понятие штрафной функции. Варианты ее формулировки. Алгоритм поиска условного минимума. /Лек/	7	2	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1			
5.4	Поиск минимума нелинейной функции при наличии ограничений. /Пр/	7	6	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1			
5.5	конспектирование и реферирование первоисточников и другой научной и учебной литературы; проработка учебного материала (по конспектам, учебной и научной литературе); изучение учебного материала, перенесенного с аудиторных занятий на самостоятельную проработку; подготовка к лабораторным работам. /Ср/	7	4	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.2Л2.1 Л2.2 Э2			
	<b>Раздел 6. Дополнительные практические занятия</b>							
6.1	Примеры постановки практических задач. Особенности программирования. /Лек/	7	4	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1	Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1			
6.2	Двойственная задача линейного программирования. Условия дополняющей нежесткости. Теоремы двойственности. /Лек/	7	2	ОПК-1-31 ПК-2-31 ПК-3-31	Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1			
6.3	Экономическая интерпретация двойственной задачи и теории двойственности. /Лек/	7	2	ОПК-1-31 ПК-2-31 ПК-3-31	Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1			
6.4	конспектирование и реферирование первоисточников и другой научной и учебной литературы; проработка учебного материала (по конспектам, учебной и научной литературе); изучение учебного материала, перенесенного с аудиторных занятий на самостоятельную проработку; подготовка к лабораторным работам. /Ср/	7	4	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.2Л2.1 Л2.2 Э2 Э3			
6.5	Методы безусловной оптимизации /Пр/	7	4	ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.3			Р6
6.6	методы барьеров /Пр/	7	4	ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.1			Р7

6.7	Композитная оптимизация /Пр/	7	2	ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.1			Р8
-----	------------------------------	---	---	---------------------------------	------	--	--	----

### 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

#### 5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки

Код КМ	Контрольное мероприятие	Проверяемые индикаторы компетенций	Вопросы для подготовки
КМ1	зачет с оценкой	ОПК-1-31;ПК-2-31;ПК-3-31	<p>Раздел 1. Постановка задачи оптимизации</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Общая постановка задачи оптимизации.</li> <li>2. Какие критерии оптимизации Вы знаете?</li> <li>3. Классифицируйте критерии оптимизации.</li> <li>4. Какой из экстремумов называется локальным?</li> <li>5. Какой из экстремумов называется глобальным?</li> <li>6. Перечислите основные виды оптимизационных задач.</li> <li>7. Что составляет содержание необходимого и достаточного условий экстремума целевой функции одной переменной?</li> <li>8. Что составляет содержание необходимого и достаточного условий экстремума целевой функции многих переменных?</li> <li>9. Назовите основные классы задач оптимизации и методы их решения.</li> <li>10. Какой метод нахождения оптимума используется в задачах безусловной одномерной оптимизации?</li> <li>11. Дайте характеристику основным численным методам определения оптимума.</li> </ol> <p>Раздел 2. Методы оптимизации нулевого порядка</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Метод равномерного поиска.</li> <li>2. Метод золотого сечения.</li> <li>3. Метод Хука-Дживса</li> <li>4. Метод циклического покоординатного спуска.</li> <li>5. Метод сопряженных направлений.</li> <li>6. Симплексный метод.</li> </ol> <p>Раздел 3. Методы оптимизации первого порядка</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Опишите метод с использованием производной целевой функции.</li> <li>2. Какой метод нахождения оптимума используется в задачах безусловной многомерной оптимизации?</li> <li>3. Каково содержание метода градиента?</li> <li>4. Каково содержание метода наискорейшего спуска?</li> <li>5. Какое свойство градиента обеспечивает эффективность поиска?</li> <li>6. В чем состоит отличие метода наискорейшего спуска от метода градиента?</li> <li>7. В каком случае метод градиента эффективнее метода наискорейшего спуска?</li> <li>8. В каком случае метод наискорейшего спуска эффективнее метода градиента?</li> <li>9. Каково содержание метода движения по дну оврага?</li> </ol> <p>Раздел 4. Методы оптимизации второго порядка</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Метод Ньютона.</li> <li>2. Теорема о квадратичной сходимости метода Ньютона.</li> <li>3. Методы Ньютона с регулировкой шага.</li> <li>4. Модифицированный метод Ньютона.</li> <li>5. Метод секущих.</li> <li>6. Метод тяжелого шарика.</li> <li>7. Назовите основной недостаток методов второго порядка.</li> </ol> <p>Раздел 5. Нелинейное программирование</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Геометрическая интерпретация решения задач нелинейного программирования.</li> <li>2. Задачи выпуклого программирования (основные определения и теоремы).</li> <li>3. Теорема Куна-Таккера.</li> <li>4. Экономический смысл множителей Лагранжа.</li> <li>5. Связь с седловыми точками функции Лагранжа.</li> <li>6. Задача квадратичного программирования.</li> </ol>



			<p>7. Решение задач выпуклого программирования при помощи теоремы Куна-Таккера.</p> <p>8. Приближенные методы решения задач нелинейного программирования.</p> <p>9. Метод неопределенных множителей Лагранжа для решения задач квадратичного программирования.</p> <p>10. Метод приведенного градиента Вулфа.</p> <p>11. Метод штрафных функций.</p> <p>12. Каково содержание метода штрафных функций при решении задачи статической оптимизации при ограничениях типа равенства?</p> <p>13. Каково содержание метода штрафных функций при решении задачи статической оптимизации при ограничениях типа неравенства?</p> <p>14. Какие поисковые методы используются в методе штрафных функций при решении задачи статической оптимизации при ограничениях типа равенства?</p> <p>15. Какие поисковые методы используются в методе штрафных функций при решении задачи статической оптимизации при ограничениях типа неравенства?</p> <p>Раздел 6. Линейное программирование</p> <p>1. Стандартная и каноническая формы записи задач линейного программирования.</p> <p>2. Системы линейных неравенств и их геометрический смысл.</p> <p>3. Угловые точки выпуклых многогранных областей.</p> <p>4. Геометрическая интерпретация задачи линейного программирования в случае двух переменных.</p> <p>5. В чем суть геометрического метода решения задач линейного программирования?</p> <p>6. Решение задачи линейного программирования методом перебора вершин.</p> <p>7. В чем суть симплекс-метода поиска оптимума многомерной целевой функции?</p> <p>8. Алгоритм симплекс-метода.</p> <p>9. Нахождение исходного допустимого базиса.</p> <p>10. Метод искусственного базиса.</p> <p>11. Общая формулировка прямой и двойственной задачи.</p> <p>12. В чем суть двойственной задачи линейного программирования?</p> <p>13. Свойства двойственной задачи.</p> <p>14. Основные теоремы двойственности.</p> <p>15. Экономическая интерпретация двойственных задач.</p> <p>16. Анализ чувствительности решения задач линейного программирования.</p>
--	--	--	--

**5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)**

Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы
P1	ЛР 1	ПК-2-У1;ПК-2-В1	Поиск минимума одномерной функции
P2	ЛР 2	ПК-2-У1;ПК-2-В1	Поиск минимума функции методами нулевого порядка
P3	ЛР 3	ПК-3-У1;ПК-3-В1;ПК-2-У1;ПК-2-В1	Поиск минимума функции градиентными методами
P4	ЛР 4	ПК-3-В1;ПК-3-У1	Поиск минимума функции методами второго порядка
P5	ЛР 5	ПК-3-В1;ПК-3-У1;ПК-2-В1;ПК-2-У1	Поиск минимума нелинейной функции при наличии ограничений
P6	ЛР 6	ПК-2-У1;ПК-2-В1	Графический метод решения задачи линейного программирования
P7	ЛР 7	ПК-3-У1;ПК-3-В1	Решение задачи линейного программирования симплекс-методом

P8	ЛР 8	ПК-2-У1;ПК-2-В1;ПК-3-У1;ПК-3-В1	Анализ чувствительности оптимального решения к изменению параметров задачи линейного программирования
----	------	---------------------------------	---

### 5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)

На экзамене студентам выдаются билеты с тремя теоретическими вопросами. Билеты хранятся на кафедре АСУ

### 5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)

Для получения оценки «отлично» студент должен показывать глубокие, исчерпывающие знания в объеме пройденной программы, уверенно действует по применению полученных знаний на практике, грамотно и логически стройно излагает материал при ответе, умеет формулировать выводы из изложенного теоретического материала, знает дополнительно рекомендованную литературу.

Для получения оценки «хорошо» студент должен показывать твердые и достаточно полные знания в объеме пройденной программы, допускает незначительные ошибки при освещении заданных вопросов, правильно действует по применению знаний на практике, четко излагает материал;

Для получения оценки «удовлетворительно» студент должен показывать знания в объеме пройденной программы, ответы излагает хотя и с ошибками, но уверенно исправляемыми после дополнительных и наводящих вопросов, правильно действует по применению знаний на практике.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### 6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Летова Т. А., Пантелеев А. В.	Методы оптимизации. Практический курс: учебное пособие	Электронная библиотека	Москва: Логос, 2011
Л1.2	Мицель А. А., Шелестов А. А., Романенко В. В.	Методы оптимизации: учебное пособие	Электронная библиотека	Томск: ТУСУ, 2017
Л1.3	Бунькина Н. И.	Исследование операций. Безусловная оптимизация: курс лекций	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2009

#### 6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Рыков А. С.	Системный анализ: модели и методы принятия решений и поисковой оптимизации: монография	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2009
Л2.2	Смирнов А. П.	Методы оптимизации. Алгоритмические основы задач оптимизации: курс лекций	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2014

### 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	Федеральный портал Российское образование. Единое окно доступа к информационным ресурсам. Раздел «Методы оптимизации».	<a href="http://window.edu.ru/catalog/resources?p_str=методы+оптимизации">http://window.edu.ru/catalog/resources?p_str=методы+оптимизации</a>
Э2	Общероссийский математический портал	<a href="http://www.mathnet.ru/">http://www.mathnet.ru/</a>
Э3	AMPL - язык и система оптимизационного моделирования	<a href="https://ampl.com/resources/the-ampl-book">https://ampl.com/resources/the-ampl-book</a>

### 6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	Microsoft Office
П.2	Python

### 6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

И.1	ЭБС "Лань" ( <a href="https://e.lanbook.com">https://e.lanbook.com</a> )
И.2	Единое окно доступа к образовательным ресурсам ( <a href="http://window.edu.ru">http://window.edu.ru</a> )
И.3	ScienceDirect - база полнотекстовых научных журналов и книг издательства Elsevier ( <a href="https://www.sciencedirect.com">https://www.sciencedirect.com</a> )
И.4	SpringerLink - база полнотекстовых научных журналов и книг издательства Springer ( <a href="https://link.springer.com">https://link.springer.com</a> )

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ		
Ауд.	Назначение	Оснащение
Любой корпус Мультимедийная	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	комплект учебной мебели до 36 мест для обучающихся, мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная доска, рабочее место преподавателя, ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus
Л-826	Лаборатория	доска и маркеры, персональные компьютеры ОС Windows с администраторскими правами доступа, с проводными сетевыми платами, с COM-портами количеством не менее 6, сетевое коммуникационное оборудование CISCO: 6 коммутаторов и 6 маршрутизаторов, обжатые кабели витая пара прямые и кроссовые количеством не менее 12 каждый, консольные кабели количеством не менее 6
Читальный зал №3 (Б)		комплект учебной мебели на 44 места для обучающихся, МФУ Xerox VersaLink B7025 с функцией масштабирования текстов и изображений, 8 ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus.

### 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

#### Подготовка к лекциям.

Подготовка к лекционному занятию включает выполнение всех видов заданий, рекомендованных к каждой лекции, т.е. задания выполняются еще до лекционного занятия по соответствующей теме.

В ходе лекционных занятий необходимо вести конспектирование учебного материала, обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации. При необходимости задавать преподавателю уточняющие вопросы.

Работая над конспектом лекций, Вам всегда необходимо использовать не только учебник, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал лектор. Именно такая серьезная, кропотливая работа с лекционным материалом позволит глубоко овладеть теоретическим материалом.

#### Подготовка к практическим работам

Подготовку к каждой практической работе Вы должны начать с ознакомления с планом выполнения практической работы, который отражает содержание предложенной темы. Тщательное продумывание и изучение вопросов плана основывается на проработке текущего материала лекции, а затем изучения обязательной и дополнительной литературы, рекомендованной к данной теме. Все новые понятия по изучаемой теме необходимо выучить наизусть и внести в глоссарий, который целесообразно вести с самого начала изучения курса.

В процессе подготовки к практическим работам, Вам необходимо обратить особое внимание на глубокую самостоятельную проработку теоретического материала, изучение методик проведения и планирование эксперимента, освоение измерительных средств, обработку и интерпретацию экспериментальных данных. При всей полноте конспектирования лекции в ней невозможно изложить весь материал из-за лимита аудиторных часов. Поэтому самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала, формирует у Вас отношение к конкретной проблеме.

Ваша самостоятельная работа осуществляется в аудиторной и внеаудиторной формах. Самостоятельная работа в аудиторное время включает:

1. Самостоятельную работу по теоретическому курсу: аудиторную самостоятельную работу на лекциях, работу с лекционным материалом после лекции, выполнение дополнительных индивидуальных заданий на практических занятиях и лабораторных работах. Самостоятельная работа на лекции выполняется в конце каждой лекции и заключается в решении небольшой задачи, поставленной преподавателем по материалу прочитанной лекции.

Каждый студент имеет контрольный лист, на котором указывается фамилия, имя, отчество, группа, номер лекции, дата, задание и ответ (решение) задачи. После занятий преподаватель проверяет правильность выполнения заданий и, при необходимости, дает на следующем занятии или на консультации дополнительное задание для исправления допущенных ошибок.

Анализ контрольных листов позволяет преподавателю оценить усвоение материала каждой лекции каждым студентом и параллельно – учесть посещаемость лекций. Материал пропущенной лекции студент должен сдавать преподавателю в письменной форме в часы консультаций.

Работа с лекцией включает в себя дополнение конспекта сведениями из рекомендованной литературы (с указанием использованного источника).

Работа с материалом лекции, выполненная через один-два дня после ее прослушивания, позволяет выделить неясные моменты, которые необходимо либо самостоятельно разобрать, пользуясь рекомендованными литературными источниками, либо обсудить с преподавателем на ближайшей консультации. Такой самоконтроль может войти в объем самостоятельной работы студента, предусмотренный рабочей программой.

2. Аудиторную самостоятельную работу на практических и лабораторных занятиях по программе дисциплины. Они обеспечивают получение навыков и умений, необходимых при изучении данной дисциплины, а также необходимых в последующем обучении и трудовой деятельности. Кроме того, они обеспечивают общение участников в диалоговом режиме и дают опыт совместного участия в решении проблем.

3. Внеаудиторную самостоятельную работу.

Подготовка к промежуточной аттестации.

При подготовке к промежуточной аттестации целесообразно:

- внимательно изучить перечень вопросов и определить, в каких источниках находятся сведения, необходимые для ответа на них;
- внимательно прочитать рекомендованную литературу;
- составить краткие конспекты ответов (планы ответов).