

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина»  
Институт математики, физики и информационных технологий  
Кафедра математического моделирования и информационных технологий

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института



Н. Я. Королева

«21» июня 2023 г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

по дисциплине Б1.О.7 Нелинейное программирование и методы идентификации  
математических моделей

Направление подготовки/специальность: 01.04.02 - Прикладная математика и  
информатика

Профиль/направленность/специализация: Математическое моделирование

Уровень высшего образования: магистратура

Квалификация: Магистр

год набора: 2023

Тамбов, 2023

**Автор программы:**

Кандидат технических наук, доцент Зубаков Александр Павлович

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 01.04.02 - Прикладная математика и информатика (уровень магистратуры) (приказ Министерства образования и науки РФ от «10» января 2018 г. № 13).

Рабочая программа принята на заседании Кафедры математического моделирования и информационных технологий «16» июня 2023 г. Протокол № 15

Рассмотрена и одобрена на заседании Ученого совета Института математики, физики и информационных технологий, Протокол от «21» июня 2023 г. № 3.

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели и задачи дисциплины.....	4
2. Место дисциплины в структуре ОП Магистратуры.....	4
3. Объем и содержание дисциплины.....	4
4. Контроль знаний обучающихся и типовые оценочные средства.....	8
5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля).....	20
6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.....	21
7. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы.....	22

## 1. Цели и задачи дисциплины

1.1 Цель дисциплины – формирование компетенций:

УК-2 Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла

1.2 Типы задач профессиональной деятельности, к которым готовятся обучающиеся в рамках освоения дисциплины:

- производственно-технологический

1.3 Дисциплина ориентирована на подготовку обучающихся к профессиональной деятельности в сфере: 06 Связь, информационные и коммуникационные технологии (в сфере проектирования, разработки, внедрения и эксплуатации информационных систем, управления их жизненным циклом)

1.4 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы:

Обобщенные трудовые функции / трудовые функции / трудовые или профессиональные действия (при наличии профстандарта)	Код и наименование компетенции ФГОС ВО, необходимой для формирования трудового или профессионального действия	Индикаторы достижения компетенций
	УК-2 Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	Применяет нелинейное программирование и методы идентификации математических моделей для анализа программ и результатов моделирования

1.5 Согласование междисциплинарных связей дисциплин, обеспечивающих освоение компетенций:

УК-2 Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла

№ п/п	Наименование дисциплин, определяющих междисциплинарные связи	Форма обучения		
		Очно-заочная (семестр)		
		1	2	3
1	Интернет-предпринимательство	+		
2	Информационный менеджмент		+	
3	Теория вычислительного эксперимента	+		
4	Управление проектами: методы и технологии			+

## 2. Место дисциплины в структуре ОП магистратуры:

Дисциплина «Нелинейное программирование и методы идентификации математических моделей» относится к обязательной части учебного плана ОП по направлению подготовки 01.04.02 - Прикладная математика и информатика.

Дисциплина «Нелинейное программирование и методы идентификации математических моделей» изучается в 1 семестре.

## 3. Объем и содержание дисциплины

3.1. Объем дисциплины: 6 з.е.

Очно-заочная: 6 з.е.

Вид учебной работы	Очно-заочная (всего часов)
<b>Общая трудоёмкость дисциплины</b>	<b>216</b>
Контактная работа	20
Лекции (Лекции)	10
Практические (Практ. раб.)	10
Самостоятельная работа (СР)	160
Экзамен	36

## 3.2.Содержание курса:

№ темы	Название раздела/темы	Вид учебной работы, час.			Формы текущего контроля
		Лек ции	Пра кт. раб.	СР	
		О-3	О-3	О-3	
1 семестр					
1	Постановка задачи нелинейного программирования . Необходимые и достаточные условия существования безусловного экстремума.	2	2	20	Опрос; Собеседование
2	Необходимые и достаточные условия условного экстремума. Условный экстремум при ограничениях типа равенств, типа неравенств и при смешанных ограничениях.	1	1	20	Опрос; Собеседование
3	Алгоритмы и алгоритмические отображения. Проблемы сходимости и вычислительной сложности алгоритмов. Численные методы поиска экстремума для задач без ограничений.	1	1	20	Собеседование; Опрос

4	Классификация методов. Прямые методы поиска: дихотомический поиск, метод «золотого сечения», метод Фибоначчи.	1	1	20	Собеседование; Опрос
5	Методы многомерного поиска. Метод конфигураций. Метод Розенброка.	1	1	20	Собеседование; Опрос
6	Градиентные методы поиска. Метод наискорейшего спуска. Градиентный метод с постоянным шагом. Метод покоординатного спуска. Метод Ньютона с регулированием шага.	1	1	20	Собеседование; Опрос
7	Методы, использующие сопряжённые направления. Метод сопряжённых градиентов Флетчера и Ривса.	1	1	20	Собеседование; Опрос
8	Численные методы поиска экстремума для задач с ограничениями. Классификация методов. Методы возможных направлений для решения задач нелинейного программирования с ограничениями.	2	2	20	Собеседование; Опрос

**Тема 1. Постановка задачи нелинейного программирования. Необходимые и достаточные условия существования безусловного экстремума.**

**Лекция.**

Не предусмотрено

**Задания для самостоятельной работы.**

Задача: для данных функций применить и обосновать необходимые и достаточные условия существования безусловного экстремума.

## **Тема 2. Необходимые и достаточные условия условного экстремума. Условный экстремум при ограничениях типа равенств, типа неравенств и при смешанных ограничениях.**

### **Лекция.**

Не предусмотрено

### **Задания для самостоятельной работы.**

Задача: для данных функций применить и обосновать необходимые и достаточные условия существования условного экстремума при ограничениях различных типов.

## **Тема 3. Алгоритмы и алгоритмические отображения. Проблемы сходимости и вычислительной сложности алгоритмов. Численные методы поиска экстремума для задач без ограничений.**

### **Лекция.**

Цель: изучить теоретический материал.

### **Задания для самостоятельной работы.**

Задача: для данных функций определить рабочую область для дальнейших лабораторных работ, содержащую экстремумы, обсудить сходимость простейших методов оптимизации.

## **Тема 4. Классификация методов. Прямые методы поиска: дихотомический поиск, метод «золотого сечения», метод Фибоначчи.**

### **Лекция.**

Цель: изучить теоретический материал.

### **Задания для самостоятельной работы.**

Задача: программная реализация изучаемых методов при исследовании данных функций, сравнение результатов вычислительных экспериментов.

## **Тема 5. Методы многомерного поиска. Метод конфигураций. Метод Розенброка.**

### **Лекция.**

Не предусмотрено

### **Задания для самостоятельной работы.**

Задача: программная реализация изучаемых методов при исследовании данных функций, сравнение результатов вычислительных экспериментов.

## **Тема 6. Градиентные методы поиска. Метод наискорейшего спуска. Градиентный метод с постоянным шагом. Метод покоординатного спуска. Метод Ньютона с регулированием шага.**

### **Лекция.**

Не предусмотрено

### **Задания для самостоятельной работы.**

Задача: программная реализация изучаемых методов при исследовании данных функций, сравнение результатов вычислительных экспериментов.

## **Тема 7. Методы, использующие сопряжённые направления. Метод сопряжённых градиентов Флетчера и Ривса.**

### **Лекция.**

Не предусмотрено

### **Задания для самостоятельной работы.**

Задача: программная реализация изучаемых методов при исследовании данных функций, сравнение результатов вычислительных экспериментов.

**Тема 8. Численные методы поиска экстремума для задач с ограничениями. Классификация методов. Методы возможных направлений для решения задач нелинейного программирования с ограничениями.**

**Лекция.**

Не предусмотрено

**Задания для самостоятельной работы.**

Задача: программная реализация изучаемых методов при исследовании данных функций, сравнение результатов вычислительных экспериментов.

**4. Контроль знаний обучающихся и типовые оценочные средства**

**4.1. Распределение баллов:**

1 семестр

- посещаемость – 6 баллов
- текущий контроль – 54 балла
- контрольные срезы – 2 среза по 5 баллов каждый
- премиальные баллы – 20 баллов
- ответ на экзамене: не более 30 баллов

**Распределение баллов по заданиям:**

№ те мы	Название темы / вид учебной работы	Формы текущего контроля / срезы	Мах. кол-во баллов	Методика проведения занятия и оценки



1.	Постановка задачи нелинейного программирования. Необходимые и достаточные условия существования безусловного экстремума.	Опрос(контрольный срез)	5	<p>Устный опрос может применяться в различных формах: фронтальный, индивидуальный, комбинированный. Основные качества устного ответа подлежащего оценке:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- правильность ответа по содержанию;</li> <li>- полнота и глубина ответа;</li> <li>- сознательность ответа;</li> <li>- логика изложения материала;</li> <li>- рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи;</li> <li>- своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе;</li> <li>- использование дополнительного материала;</li> <li>- рациональность использования времени, отведенного на задание.</li> </ul> <p>5 балла - студент умеет применять полученную при подготовке к практическому занятию информацию, отвечать на большинство вопросов, вести дискуссию с испо.</p> <p>3 балл – студент владеет теоретическим материалом по теме практического занятия, иногда затрудняется при ответе на вопросы, не умеет сформулировать свою точку зрения на обсуждаемую проблему</p> <p>Если студент не владеет проблематикой практического занятия, не может отвечать на вопросы, зачитывает ответ по напечатанному тексту – ответ баллами не оценивается.</p>
		Собеседование	3	<p>Собеседование предполагает организацию беседы преподавателя со студентами по вопросам практического занятия с целью более обстоятельного выявления их знаний по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. Все члены группы могут участвовать в обсуждении, добавлять информацию, дискутировать, задавать вопросы и т.д.</p>

2.	Необходимые и достаточные условия условного экстремума. Условный экстремум при ограничениях типа равенств, типа неравенств и при смешанных ограничениях.	Опрос	5	<p>Устный опрос может применяться в различных формах: фронтальный, индивидуальный, комбинированный. Основные качества устного ответа подлежащего оценке:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- правильность ответа по содержанию;</li> <li>- полнота и глубина ответа;</li> <li>- сознательность ответа;</li> <li>- логика изложения материала;</li> <li>- рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи;</li> <li>- своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе;</li> <li>- использование дополнительного материала;</li> <li>- рациональность использования времени, отведенного на задание.</li> </ul> <p>5 балла - студент умеет применять полученную при подготовке к практическому занятию информацию, отвечать на большинство вопросов, вести дискуссию с испо.</p> <p>3 балл – студент владеет теоретическим материалом по теме практического занятия, иногда затрудняется при ответе на вопросы, не умеет сформулировать свою точку зрения на обсуждаемую проблему</p> <p>Если студент не владеет проблематикой практического занятия, не может отвечать на вопросы, зачитывает ответ по напечатанному тексту – ответ баллами не оценивается.</p>
		Собеседование	3	<p>Собеседование предполагает организацию беседы преподавателя со студентами по вопросам практического занятия с целью более обстоятельного выявления их знаний по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. Все члены группы могут участвовать в обсуждении, добавлять информацию, дискутировать, задавать вопросы и т.д.</p>

3.	Алгоритмы и алгоритмическое отображения. Проблемы сходимости и вычислительной сложности алгоритмов. Численные методы поиска экстремума для задач без ограничений.	Собеседование	3	Собеседование предполагает организацию беседы преподавателя со студентами по вопросам практического занятия с целью более обстоятельного выявления их знаний по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. Все члены группы могут участвовать в обсуждении, добавлять информацию, дискутировать, задавать вопросы и т.д.
		Опрос	5	<p>Устный опрос может применяться в различных формах: фронтальный, индивидуальный, комбинированный. Основные качества устного ответа подлежащего оценке:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- правильность ответа по содержанию;</li> <li>- полнота и глубина ответа;</li> <li>- сознательность ответа;</li> <li>- логика изложения материала;</li> <li>- рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи;</li> <li>- своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе;</li> <li>- использование дополнительного материала;</li> <li>- рациональность использования времени, отведенного на задание.</li> </ul> <p>5 балла - студент умеет применять полученную при подготовке к практическому занятию информацию, отвечать на большинство вопросов, вести дискуссию с испо.</p> <p>3 балл – студент владеет теоретическим материалом по теме практического занятия, иногда затрудняется при ответе на вопросы, не умеет сформулировать свою точку зрения на обсуждаемую проблему</p> <p>Если студент не владеет проблематикой практического занятия, не может отвечать на вопросы, зачитывает ответ по напечатанному тексту – ответ баллами не оценивается.</p>

4.	Классификация методов. Прямые методы поиска: дихотомический поиск, метод «золотого сечения», метод Фибоначчи.	Собеседование	3	Собеседование предполагает организацию беседы преподавателя со студентами по вопросам практического занятия с целью более обстоятельного выявления их знаний по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. Все члены группы могут участвовать в обсуждении, добавлять информацию, дискутировать, задавать вопросы и т.д.
		Опрос	5	<p>Устный опрос может применяться в различных формах: фронтальный, индивидуальный, комбинированный. Основные качества устного ответа подлежащего оценке:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- правильность ответа по содержанию;</li> <li>- полнота и глубина ответа;</li> <li>- сознательность ответа;</li> <li>- логика изложения материала;</li> <li>- рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи;</li> <li>- своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе;</li> <li>- использование дополнительного материала;</li> <li>- рациональность использования времени, отведенного на задание.</li> </ul> <p>5 балла - студент умеет применять полученную при подготовке к практическому занятию информацию, отвечать на большинство вопросов, вести дискуссию с испо.</p> <p>3 балл – студент владеет теоретическим материалом по теме практического занятия, иногда затрудняется при ответе на вопросы, не умеет сформулировать свою точку зрения на обсуждаемую проблему</p> <p>Если студент не владеет проблематикой практического занятия, не может отвечать на вопросы, зачитывает ответ по напечатанному тексту – ответ баллами не оценивается.</p>

5.	Методы многомерного поиска. Метод конфигураций. Метод Розенброка.	Собеседование	3	Собеседование предполагает организацию беседы преподавателя со студентами по вопросам практического занятия с целью более обстоятельного выявления их знаний по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. Все члены группы могут участвовать в обсуждении, добавлять информацию, дискутировать, задавать вопросы и т.д.
		Опрос	5	<p>Устный опрос может применяться в различных формах: фронтальный, индивидуальный, комбинированный. Основные качества устного ответа подлежащего оценке:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- правильность ответа по содержанию;</li> <li>- полнота и глубина ответа;</li> <li>- сознательность ответа;</li> <li>- логика изложения материала;</li> <li>- рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи;</li> <li>- своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе;</li> <li>- использование дополнительного материала;</li> <li>- рациональность использования времени, отведенного на задание.</li> </ul> <p>5 балла - студент умеет применять полученную при подготовке к практическому занятию информацию, отвечать на большинство вопросов, вести дискуссию с испо.</p> <p>3 балл – студент владеет теоретическим материалом по теме практического занятия, иногда затрудняется при ответе на вопросы, не умеет сформулировать свою точку зрения на обсуждаемую проблему</p> <p>Если студент не владеет проблематикой практического занятия, не может отвечать на вопросы, зачитывает ответ по напечатанному тексту – ответ баллами не оценивается.</p>

6.	Градиентные методы поиска. Метод наискорейшего спуска. Градиентный метод с постоянным шагом. Метод покоординатного спуска. Метод Ньютона с регулированием шага.	Собеседование	3	Собеседование предполагает организацию беседы преподавателя со студентами по вопросам практического занятия с целью более обстоятельного выявления их знаний по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. Все члены группы могут участвовать в обсуждении, добавлять информацию, дискутировать, задавать вопросы и т.д.
		Опрос	5	Устный опрос может применяться в различных формах: фронтальный, индивидуальный, комбинированный. Основные качества устного ответа подлежащего оценке: - правильность ответа по содержанию; - полнота и глубина ответа; - сознательность ответа; - логика изложения материала; - рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи; - своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе; - использование дополнительного материала; - рациональность использования времени, отведенного на задание. 5 балла - студент умеет применять полученную при подготовке к практическому занятию информацию, отвечать на большинство вопросов, вести дискуссию с испо. 3 балл – студент владеет теоретическим материалом по теме практического занятия, иногда затрудняется при ответе на вопросы, не умеет сформулировать свою точку зрения на обсуждаемую проблему Если студент не владеет проблематикой практического занятия, не может отвечать на вопросы, зачитывает ответ по напечатанному тексту – ответ баллами не оценивается.

7.	Методы, использующие сопряжённые направления. Метод сопряжённых градиентов Флетчера и Ривса.	Собеседование	3	Собеседование предполагает организацию беседы преподавателя со студентами по вопросам практического занятия с целью более обстоятельного выявления их знаний по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. Все члены группы могут участвовать в обсуждении, добавлять информацию, дискутировать, задавать вопросы и т.д.
		Опрос	5	<p>Устный опрос может применяться в различных формах: фронтальный, индивидуальный, комбинированный. Основные качества устного ответа подлежащего оценке:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- правильность ответа по содержанию;</li> <li>- полнота и глубина ответа;</li> <li>- сознательность ответа;</li> <li>- логика изложения материала;</li> <li>- рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи;</li> <li>- своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе;</li> <li>- использование дополнительного материала;</li> <li>- рациональность использования времени, отведенного на задание.</li> </ul> <p>5 балла - студент умеет применять полученную при подготовке к практическому занятию информацию, отвечать на большинство вопросов, вести дискуссию с испо.</p> <p>3 балл – студент владеет теоретическим материалом по теме практического занятия, иногда затрудняется при ответе на вопросы, не умеет сформулировать свою точку зрения на обсуждаемую проблему</p> <p>Если студент не владеет проблематикой практического занятия, не может отвечать на вопросы, зачитывает ответ по напечатанному тексту – ответ баллами не оценивается.</p>

8.	Численные методы поиска экстремума для задач с ограничениями Классификация методов. Методы возможных направлений для решения задач нелинейного программирования с ограничениями	Собеседование	3	Собеседование предполагает организацию беседы преподавателя со студентами по вопросам практического занятия с целью более обстоятельного выявления их знаний по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. Все члены группы могут участвовать в обсуждении, добавлять информацию, дискутировать, задавать вопросы и т.д.
		Опрос(контрольный срез)	5	Устный опрос может применяться в различных формах: фронтальный, индивидуальный, комбинированный. Основные качества устного ответа подлежащего оценке: - правильность ответа по содержанию; - полнота и глубина ответа; - сознательность ответа; - логика изложения материала; - рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи; - своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе; - использование дополнительного материала; - рациональность использования времени, отведенного на задание. 5 балла - студент умеет применять полученную при подготовке к практическому занятию информацию, отвечать на большинство вопросов, вести дискуссию с испо. 3 балл – студент владеет теоретическим материалом по теме практического занятия, иногда затрудняется при ответе на вопросы, не умеет сформулировать свою точку зрения на обсуждаемую проблему Если студент не владеет проблематикой практического занятия, не может отвечать на вопросы, зачитывает ответ по напечатанному тексту – ответ баллами не оценивается.
9.	Посещаемость		6	
10.	Премиальные баллы		20	
11.	Ответ на экзамене		30	
12.	Итого за семестр		100	

Итоговая оценка по экзамену выставляется в 100-балльной шкале и в традиционной четырехбалльной шкале. Перевод 100-балльной рейтинговой оценки по дисциплине в традиционную четырехбалльную осуществляется следующим образом:



100-балльная система	Традиционная система
85 - 100 баллов	Отлично
70 - 84 баллов	Хорошо
50 - 69 баллов	Удовлетворительно
Менее 50	Неудовлетворительно

#### 4.2 Типовые оценочные средства текущего контроля

##### Опрос

Тема 1. Постановка задачи нелинейного программирования. Необходимые и достаточные условия существования безусловного экстремума.

- 1 Постановка задачи нелинейного программирования и основные положения.
- 2 Необходимые и достаточные условия безусловного экстремума.
- 3 Необходимые и достаточные условия условного экстремума.
- 4 Условный экстремум при ограничениях типа равенств, типа неравенств и при смешанных ограничениях.
- 5 Алгоритмы и алгоритмические отображения.
- 6 Проблемы сходимости и вычислительной сложности алгоритмов.
- 7 Численные методы поиска экстремума для задач без ограничений.
- 8 Классификация методов оптимизации.
- 9 Прямые методы поиска: дихотомический поиск, метод «золотого сечения», метод Фибоначчи.
- 10 Методы многомерного поиска.

Тема 2. Необходимые и достаточные условия условного экстремума. Условный экстремум при ограничениях типа равенств, типа неравенств и при смешанных ограничениях.

Опрос по заданной теме

Тема 3. Алгоритмы и алгоритмические отображения. Проблемы сходимости и вычислительной сложности алгоритмов. Численные методы поиска экстремума для задач без ограничений.

- 1 В чем выражается обычно относительная погрешность?
- 2 Что относится к несуществующим видам погрешностей?
- 3 В чем заключается задача отделения корней?
- 4 Суть комбинированного метода хорд и касательных?

Тема 4. Классификация методов. Прямые методы поиска: дихотомический поиск, метод «золотого сечения», метод Фибоначчи.

Опрос по теме "Классификация методов. Прямые методы поиска: дихотомический поиск, метод «золотого сечения», метод Фибоначчи."

Тема 5. Методы многомерного поиска. Метод конфигураций. Метод Розенброка.

Опрос по теме "Методы многомерного поиска. Метод конфигураций. Метод Розенброка."

Тема 6. Градиентные методы поиска. Метод наискорейшего спуска. Градиентный метод с постоянным шагом. Метод покоординатного спуска. Метод Ньютона с регулированием шага.

Опрос по теме "Градиентные методы поиска. Метод наискорейшего спуска. Градиентный метод с постоянным шагом. Метод покоординатного спуска. Метод Ньютона с регулированием"

Тема 7. Методы, использующие сопряжённые направления. Метод сопряжённых градиентов Флетчера и Ривса.

Опрос по теме "Методы, использующие сопряжённые направления. Метод сопряжённых градиентов Флетчера и Ривса."

Тема 8. Численные методы поиска экстремума для задач с ограничениями. Классификация методов. Методы возможных направлений для решения задач нелинейного программирования с ограничениями.

Опрос по теме "Численные методы поиска экстремума для задач с ограничениями. Классификация методов. Методы возможных направлений для решения задач нелинейного програ"

### Собеседование

Тема 1. Постановка задачи нелинейного программирования. Необходимые и достаточные условия существования безусловного экстремума.

- 1 Метод конфигураций.
- 2 Метод Розенброка.
- 3 Градиентные методы поиска.
- 4 Метод наискорейшего спуска.
- 5 Градиентный метод с постоянным шагом.
- 6 Метод покоординатного спуска.
- 7 Метод Ньютона с регулированием шага.
- 8 Методы, использующие сопряжённые направления.
- 9 Метод сопряжённых градиентов Флетчера и Ривса.
- 10 Численные методы поиска экстремума для задач с ограничениями.
- 11 Классификация методов оптимизации с ограничениями.
- 12 Методы возможных направлений для решения задач нелинейного программирования с ограничениями.

Тема 2. Необходимые и достаточные условия условного экстремума. Условный экстремум при ограничениях типа равенств, типа неравенств и при смешанных ограничениях.

Задача: для данных функций применить и обосновать необходимые и достаточные условия существования условного экстремума при ограничениях различных типов.

Тема 3. Алгоритмы и алгоритмические отображения. Проблемы сходимости и вычислительной сложности алгоритмов. Численные методы поиска экстремума для задач без ограничений.

Темы докладов:

Алгоритмы и алгоритмические отображения.

Проблемы сходимости и вычислительной сложности алгоритмов.

Численные методы поиска экстремума для задач без ограничений.

Тема 4. Классификация методов. Прямые методы поиска: дихотомический поиск, метод «золотого сечения», метод Фибоначчи.

программная реализация изучаемых методов при исследовании данных функций, сравнение результатов вычислительных экспериментов.

Тема 5. Методы многомерного поиска. Метод конфигураций. Метод Розенброка.

программная реализация изучаемых методов при исследовании данных функций, сравнение результатов вычислительных экспериментов.

Тема 6. Градиентные методы поиска. Метод наискорейшего спуска. Градиентный метод с постоянным шагом. Метод покоординатного спуска. Метод Ньютона с регулированием шага. программная реализация изучаемых методов при исследовании данных функций, сравнение результатов вычислительных экспериментов.

Тема 7. Методы, использующие сопряжённые направления. Метод сопряжённых градиентов Флетчера и Ривса. программная реализация изучаемых методов при исследовании данных функций, сравнение результатов вычислительных экспериментов.

Тема 8. Численные методы поиска экстремума для задач с ограничениями. Классификация методов. Методы возможных направлений для решения задач нелинейного программирования с ограничениями. программная реализация изучаемых методов при исследовании данных функций, сравнение результатов вычислительных экспериментов.

4.3 Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена

### Типовые вопросы экзамена (УК-2)

1. Постановка задачи нелинейного программирования и основные положения.
2. Необходимые и достаточные условия безусловного экстремума.
3. Необходимые и достаточные условия условного экстремума.
4. Условный экстремум при ограничениях типа равенств, типа неравенств и при смешанных ограничениях.
5. Алгоритмы и алгоритмические отображения.
6. Проблемы сходимости и вычислительной сложности алгоритмов.
7. Численные методы поиска экстремума для задач без ограничений.
8. Классификация методов оптимизации.
9. Прямые методы поиска: дихотомический поиск, метод «золотого сечения», метод Фибоначчи.
10. Методы многомерного поиска.
11. Метод конфигураций.
12. Метод Розенброка.
13. Градиентные методы поиска.
14. Метод наискорейшего спуска.
15. Градиентный метод с постоянным шагом.
16. Метод покоординатного спуска.

### Типовые задания для экзамена (УК-2)

Не предусмотрены

### 4.4. Шкала оценивания промежуточной аттестации

Оценка	Компетенции	Дескрипторы (уровни) – основные признаки освоения (показатели достижения результата)
«отлично» (85 - 100 баллов)	УК-2	
«хорошо» (70 - 84 баллов)	УК-2	
«удовлетворительно» (50 - 69 баллов)	УК-2	
«неудовлетворительно» (менее 50 баллов)	УК-2	

## **5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

### **5.1 Методические указания по организации самостоятельной работы обучающихся:**

Приступая к изучению дисциплины, в первую очередь обучающимся необходимо ознакомиться содержанием рабочей программы дисциплины (РПД), которая определяет содержание, объем, а также порядок изучения и преподавания учебной дисциплины, ее раздела, части.

Для самостоятельной работы важное значение имеют разделы «Объем и содержание дисциплины», «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины» и «Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы».

В разделе «Объем и содержание дисциплины» указываются все разделы и темы изучаемой дисциплины, а также виды занятий и планируемый объем в академических часах.

В разделе «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины» указана рекомендуемая основная и дополнительная литература.

В разделе «Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы» содержится перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, необходимых для освоения дисциплины.

### **5.2 Рекомендации обучающимся по работе с теоретическими материалами по дисциплине**

При изучении и проработке теоретического материала необходимо:

- просмотреть еще раз презентацию лекции в системе MOODLe, повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной дополнительной литературы;
- при самостоятельном изучении теоретической темы сделать конспект, используя рекомендованные в РПД источники, профессиональные базы данных и информационные справочные системы;
- ответить на вопросы для самостоятельной работы, по теме представленные в пункте 3.2 РПД.
- при подготовке к текущему контролю использовать материалы фонда оценочных средств (ФОС).

### **5.3 Рекомендации по работе с научной и учебной литературой**

Работа с основной и дополнительной литературой является главной формой самостоятельной работы и необходима при подготовке к устному опросу на семинарских занятиях, к дебатам, тестированию, экзамену. Она включает проработку лекционного материала и рекомендованных источников и литературы по тематике лекций.

Конспект лекции должен содержать реферативную запись основных вопросов лекции, в том числе с опорой на размещенные в системе MOODLe презентации, основных источников и литературы по темам, выводы по каждому вопросу. Конспект может быть выполнен в рамках распечатки выдачи презентаций лекций или в отдельной тетради по предмету. Он должен быть аккуратным, хорошо читаемым, не содержать не относящуюся к теме информацию или рисунки.

Конспекты научной литературы при самостоятельной подготовке к занятиям должны содержать ответы на каждый поставленный в теме вопрос, иметь ссылку на источник информации с обязательным указанием автора, названия и года издания используемой научной литературы. Конспект может быть опорным (содержать лишь основные ключевые позиции), но при этом позволяющим дать полный ответ по вопросу, может быть подробным. Объем конспекта определяется самим студентом.

В процессе работы с основной и дополнительной литературой студент может:

- делать записи по ходу чтения в виде простого или развернутого плана (создавать перечень основных вопросов, рассмотренных в источнике);
- составлять тезисы (цитирование наиболее важных мест статьи или монографии, короткое изложение основных мыслей автора);
- готовить аннотации (краткое обобщение основных вопросов работы);
- создавать конспекты (развернутые тезисы).

### **5.4. Рекомендации по подготовке к отдельным заданиям текущего контроля**

Собеседование предполагает организацию беседы преподавателя со студентами по вопросам практического занятия с целью более обстоятельного выявления их знаний по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. Все члены группы могут участвовать в обсуждении, добавлять информацию, дискутировать, задавать вопросы и т.д.

Устный опрос может применяться в различных формах: фронтальный, индивидуальный, комбинированный. Основные качества устного ответа подлежащего оценке:

- правильность ответа по содержанию;
- полнота и глубина ответа;
- сознательность ответа;
- логика изложения материала;
- рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи;
- своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе;
- использование дополнительного материала;
- рациональность использования времени, отведенного на задание.

Устный опрос может сопровождаться презентацией, которая подготавливается по одному из вопросов практического занятия. При выступлении с презентацией необходимо обращать внимание на такие моменты как:

- содержание презентации: актуальность темы, полнота ее раскрытия, смысловое содержание, соответствие заявленной темы содержанию, соответствие методическим требованиям (цели, ссылки на ресурсы, соответствие содержания и литературы), практическая направленность, соответствие содержания заявленной форме, адекватность использования технических средств учебным задачам, последовательность и логичность презентуемого материала;
- оформление презентации: объем (оптимальное количество), дизайн (читаемость, наличие и соответствие графики и анимации, звуковое оформление, структурирование информации, соответствие заявленным требованиям), оригинальность оформления, эстетика, использование возможности программной среды, соответствие стандартам оформления;
- личностные качества: ораторские способности, соблюдение регламента, эмоциональность, умение ответить на вопросы, систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам программы;
- содержание выступления: логичность изложения материала, раскрытие темы, доступность изложения, эффективность применения средств ИКТ, способы и условия достижения результативности и эффективности для выполнения задач своей профессиональной или учебной деятельности, доказательность принимаемых решений, умение аргументировать свои заключения, выводы.

## **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **6.1 Основная литература:**

1. Измаилов А. Ф., Солодков В. М. Численные методы оптимизации. - 2-е изд., перераб. и доп.. - Москва: Физматлит, 2008. - 320 с. - Текст : электронный // ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [сайт]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=69317>
2. Мальцев А.А. Модели и методы оптимизации системы финансового обеспечения вооруженных сил России : автореф. дис. на соиск. учен. степ. доктора экон. наук: (08.00.13). - М., 2004. - 43 с.
3. Мицель А. А., Шелестов А. А., Романенко В. В. Методы оптимизации : учебное пособие. - Томск: ТУСУР, 2017. - 198 с. - Текст : электронный // ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [сайт]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=481034>
4. Денисенко, Ю. И. Методы оптимизации и теории управления : методические указания к самостоятельной работе по дисциплинам «методы оптимизации», «математические методы теории управления». - Весь срок охраны авторского права; Методы оптимизации и теории управления. - Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2013. - 18 с. - Текст : электронный // IPR BOOKS [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/22891.html>

5. Галкина, М. Ю. Математическое программирование : практикум. - 2021-10-14; Математическое программирование. - Новосибирск: Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2008. - 45 с. - Текст : электронный // IPR BOOKS [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/55447.html>
6. Толпегин О. А. Математическое программирование. Вариационное исчисление : Учебное пособие для вузов. - испр. и доп; 2-е изд.. - Москва: Юрайт, 2020. - 233 с. - Текст : электронный // ЭБС «ЮРАЙТ» [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/446093>

## 6.2 Дополнительная литература:

1. Мицель, А. А., Шелестов, А. А., Романенко, В. В. Методы оптимизации : учебное пособие. - Весь срок охраны авторского права; Методы оптимизации. - Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2017. - 198 с. - Текст : электронный // IPR BOOKS [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/72127.html>
2. Палинчук, Н. Ф. Методы оптимизации : методические указания для проведения лабораторных работ. - Весь срок охраны авторского права; Методы оптимизации. - Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2017. - 16 с. - Текст : электронный // IPR BOOKS [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/74404.html>
3. Бабенышев, С. В., Матеров, Е. Н. Методы оптимизации : учебное пособие. - 2024-12-12; Методы оптимизации. - Железногорск: Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2019. - 135 с. - Текст : электронный // IPR BOOKS [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/90184.html>
4. Губарь Ю. В. Введение в математическое программирование : практическое пособие. - Москва: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2007. - 199 с. - Текст : электронный // ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [сайт]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=233993>

## 6.3 Иные источники:

1. Федеральный портал "Российское образование" - <http://www.edu.ru/>
2. Вопросы образования - <http://www.ecsocman.edu.ru/vo>
3. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» - <http://school-collection.edu.ru/>
4. Официальный сайт Всероссийского центра изучения общественного мнения (ВЦИОМ) - [www.wciom.ru](http://www.wciom.ru)
5. Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки - <http://obrnadzor.gov.ru>
6. Вопросы образования - <http://www.ecsocman.edu.ru/vo>
7. Справочно-информационный портал Sociosite - [www.sociosite.net](http://www.sociosite.net)

## 7. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Для проведения занятий по дисциплине необходимо следующее материально-техническое обеспечение: учебные аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, помещения для самостоятельной работы.

Учебные аудитории и помещения для самостоятельной работы укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы укомплектованы компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования, обеспечивающие тематические иллюстрации (проектор, ноутбук, экран/ интерактивная доска).

Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

Microsoft Windows 10  
Borland Turbo Delphi  
Microsoft Office Профессиональный плюс 2007

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. Российская государственная библиотека. – URL: <https://www.rsl.ru>
2. Научная электронная библиотека Российской академии естествознания. – URL: <https://www.monographies.ru>
3. Президентская библиотека имени Б.Н. Ельцина. – URL: <https://www.prlib.ru>
4. Научная электронная библиотека eLIBRARY.ru. – URL: <https://elibrary.ru>
5. Электронная библиотека РФФИ. – URL: <https://www.rfbr.ru/rffi/ru/library>

### **Электронная информационно-образовательная среда**

[https://auth.tsutmb.ru/authorize?response\\_type=code&client\\_id=moodle&state=xyz](https://auth.tsutmb.ru/authorize?response_type=code&client_id=moodle&state=xyz)

Взаимодействие преподавателя и студента в процессе обучения осуществляется посредством мультимедийных, гипертекстовых, сетевых, телекоммуникационных технологий, используемых в электронной информационно-образовательной среде университета.