

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Смирнов Сергей Николаевич  
Должность: врио ректора  
Дата подписания: 20.06.2024 10:07:57  
Уникальный программный ключ:  
69e375c64f7e975d4e8830e7b4fcc2ad1bf35f08

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет»

Утверждаю:  
Руководитель ООП:  
С.М. Дудаков  
2023 г.



Рабочая программа дисциплины (с аннотацией)

## МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ И ИССЛЕДОВАНИЕ ОПЕРАЦИЙ

Направление подготовки

15.03.06 – "Мехатроника и робототехника"

Профиль подготовки

«Интеллектуальное управление в мехатронных и  
робототехнических системах»

Составитель:  
к.ф.-м.н. Рябова О.А.

Тверь, 2023

## **I. Аннотация**

### **1. Цель и задачи дисциплины**

Целью освоения дисциплины является изложение основных сведений о методах оптимизации.

Задачами освоения дисциплины являются:

- освоение фундаментальных понятий методов оптимизации;
- умение применять методы оптимизации при решении самых различных в содержательном смысле задач в области экономики, системного анализа, исследования операций и др.

### **2. Место дисциплины в структуре ООП**

Данная дисциплина относится к разделу «Математический» обязательной части Блока 1.

Для изучения этой дисциплины необходимы базовые знания, полученные в результате изучения курсов математического анализа, алгебры, навыки разработки алгоритмов и программ. Освоение данной дисциплины необходимо для изучаемых в дальнейшем дисциплин, использующих математический аппарат.

Данная дисциплина необходима для изучения дисциплины «Оптимизационные задачи управляемых процессов в экономике».

### **3. Объем дисциплины:**

**Объем дисциплины:** 6 зачетных единиц, 216 академических часов, в том числе:

**контактная аудиторная работа:** лекции 48 часов, в т.ч. практическая подготовка 24 часа; лабораторные работы 48 часов, в т.ч. практическая подготовка 48 часов;

**контактная внеаудиторная работа:** контроль самостоятельной работы \_\_\_0\_\_\_, в том числе расчетно-графическая работа \_10 часов\_;

**самостоятельная работа:** 110 часов, в том числе контроль 27 часов.

#### 4. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Планируемые результаты освоения образовательной программы (формируемые компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
<p>УК-1                      Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач</p>	<p>УК-1.1 Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие</p> <p>УК-1.2 Определяет, интерпретирует и ранжирует информацию, требуемую для решения поставленной задачи</p> <p>УК-1.3 Осуществляет поиск информации для решения поставленной задачи по различным типам запросов</p> <p>УК-1.4 При обработке информации отличает факты от мнений, интерпретаций, оценок, формирует собственные мнения и суждения, аргументирует свои выводы и точку зрения</p> <p>УК-1.5 Рассматривает и предлагает возможные варианты решения поставленной задачи, оценивая их достоинства и недостатки</p>
<p>ОПК-1                      Способен применять естественнонаучные и общепрофессиональные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности</p>	<p>ОПК-1.1 Демонстрирует знания основ математики, физики, вычислительной техники и программирования</p> <p>ОПК-1.2 Демонстрирует навыки использования знаний физики и математики для решения задач теоретического и прикладного характера</p> <p>ОПК-1.3 Применяет методы математического и компьютерного моделирования, средства автоматизированного проектирования в теоретических и расчетно-экспериментальных исследованиях</p>

ПК-1 участвовать в качестве исполнителя в научно-исследовательских разработках новых робототехнических и мехатронных систем	Способен	ПК-1.1 Разрабатывает математические модели мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных элементов и модулей
--	----------	---

## 5. Форма промежуточной аттестации и семестр прохождения

Экзамен - 4 семестр, РГР

## 6. Язык преподавания русский.

**II. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

Учебная программа – наименование разделов и тем	Всего о (час)	Контактная работа (час.)				Самостоятельная работа, в том числе Контроль (час.)	
		Лекции		Лабораторные работы			Контроль самостоятельной работы (в том числе курсовая работа)
		всего	в т.ч. практическая подготовка	всего	в т.ч. практическая подготовка		
Введение.	7	2		–		–	5
Безусловная оптимизация, условия оптимальности.	47	10	5	12	12	–	25
Задачи выпуклого программирования.	24	8	4	6	6	–	10
Численные методы безусловной минимизации.	70	10	6	14	14	–	46

Численные методы условного экстремума.	30	10	5	6	6	–	14
Задачи линейного программирования	20	4	2	6	6	–	10
Основы теории игр	18	4	2	4	4	–	10
<b>ИТОГО</b>	<b>216</b>	<b>48</b>	<b>24</b>	<b>48</b>	<b>48</b>	<b>10</b>	<b>110</b>

### III. Образовательные технологии

Учебная программа – наименование разделов и тем (в строгом соответствии с разделом II РПД)	Вид занятия	Образовательные технологии
Введение	Лекции	1. Изложение теоретического материала
Безусловная оптимизация, условия оптимальности	Лекции, лабораторные работы	1. Изложение теоретического материала 2. Решение задач 3. Выполнение РГР
Задачи выпуклого программирования	Лекции, лабораторные работы	1. Изложение теоретического материала 2. Решение задач
Численные методы безусловной минимизации	Лекции, лабораторные работы	1. Изложение теоретического материала 2. Выполнение РГР
Численные методы условного экстремума	Лекции, лабораторные работы	1. Изложение теоретического материала 2. Выполнение РГР
Задачи линейного программирования	Лекции, лабораторные работы	1. Изложение теоретического материала 2. Решение задач
Основы теории игр	Лекции, лабораторные работы	1. Изложение теоретического материала 2. Решение задач

Преподавание учебной дисциплины строится на сочетании лекций, лабораторных занятий и различных форм самостоятельной работы студентов. В процессе освоения дисциплины используются следующие образовательные технологии, способы и методы формирования компетенций: традиционные лекции,

лабораторные работы. Дисциплина предусматривает выполнение контрольных работ, расчетно-графических работ.

#### **IV. Оценочные материалы для проведения текущей и промежуточной аттестации**

Для проведения текущей и промежуточной аттестации:

УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач

УК-1.1 Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие

1. Решите следующую игру. Две частные фирмы борются за рынки сбыта в условиях конкуренции. Одна из фирм пытается вытеснить другую фирму, имеющую два рынка сбыта с одного из этих рынков. Первый рынок приносит доход в размере  $K_1$  на один рубль проданного товара, а второй рынок в размере  $K_2$  на один рубль проданного товара. Каждая из фирм выделяет капитал  $S$  для проведения операций. Условия борьбы следующие: фирма, вложившая большую сумму в рынок сбыта, завоевывает его и получает выигрыш пропорциональный избытку своих средств.

Способ проведения – письменный.

Критерии оценивания:

Получен верный ответ – 2 балла.

Матрица составлена верно, но решение задачи не доведено до конца или решение задачи доведено до конца, но ответ неверный из-за вычислительной ошибки – 1 балл.

2. Решить задачу выпуклого программирования:

$$(x_1 - 3)^2 + (x_2 - 2)^2 \rightarrow \min$$

$$x_1^2 + x_2^2 \leq 5, \quad x_1 + x_2 \leq 3, \quad x_1, x_2 \geq 0.$$

Способ проведения – письменный.

Критерии оценивания:

Получен верный ответ – 2 балла.

Ответ неверный из-за вычислительной ошибки – 1 балл.

УК-1.2 Определяет, интерпретирует и ранжирует информацию, требуемую для решения поставленной задачи

1. Техническая система состоит из 5 блоков элементов, отказ одного из них ведет к отказу всей системы. Для проверки блоков проводят профилактику. Если проверяется блок  $i$ , а отказал  $j$  ( $i \neq j$ ), то система простаивает, что приводит к убытку  $l_i$ , который существенно превышает расходы на профилактический осмотр и замену неисправного элемента. Требуется выбрать блок для профилактики, если  $l_1=19, l_2=18, l_3=17, l_4=16, l_5=12$  условных единиц.

Способ проведения – письменный.

Критерии оценивания:

Получен верный ответ – 2 балла.

Матрица составлена верно, но решение задачи не доведено до конца или решение задачи доведено до конца, но ответ неверный из-за вычислительной ошибки – 1 балл.

2. Классифицируйте матрицу частных производных второго порядка функции  $f(x)$  в точке  $x=(x_1; x_2; x_3)^T$ .

$$H(x) = \begin{pmatrix} 2 & -1 & -1 \\ -1 & 2 & -1 \\ -1 & -1 & 2 \end{pmatrix}$$

Способ проведения – письменный

Критерии оценивания:

Обоснованно получен верный ответ – 2 балла.

Ответ неверный из-за вычислительной ошибки – 1 балл.

3. Построить линии уровня функции  $f(x) = x_1 + x_2$ ; изобразить множество допустимых решений  $x \in X = \{x_1^2 - x_2 \leq 0, x_1 \geq 0\}$ ; найти значение функции в точке минимума.

Способ проведения – письменный

Критерии оценивания:

Линии уровня построены верно, множество допустимых решений изображено верно, получен верный ответ – 2 балла.

Ответ неверный, но линии уровня построены верно, и множество допустимых решений изображено верно – 1 балл.

УК-1.3 Осуществляет поиск информации для решения поставленной задачи по различным типам запросов

1. Найти интервал унимодальности по алгоритму Свенна для функции  $f(x) = 2x^2 - 12x$ . В качестве начальной точки выбрать  $x_0 = 5$ , шаг взять равным  $t = 5$ .

Способ проведения – письменный

Критерии оценивания:

Обоснованно получен верный ответ – 2 балла.

Ответ неверный из-за вычислительной ошибки – 1 балл.

2. Выдвигая из геометрических соображений гипотезу, а затем, проверяя ее, найти решения следующей задачи:

$$10(x_1 - 3,5)^2 + 20(x_2 - 4)^2 \rightarrow \min$$

$$x_1 + x_2 \leq 6, \quad x_1 - x_2 \leq 1$$

$$2x_1 + x_2 \geq 6, \quad 0,5x_1 - x_2 \geq -4$$

$$x_1 \geq 1, x_2 \geq 1.$$

Способ проведения – письменный.

Критерии оценивания:

Линии уровня построены верно, множество допустимых решений изображено верно, получен верный ответ – 2 балла.

Ответ неверный, но линии уровня построены верно, и множество допустимых решений изображено верно – 1 балл.

3. Численными методами безусловной оптимизации найти экстремум функций:



а) ~~10-4-13-4-11~~;

б) ~~10-4-13-4-11~~.

Способ проведения – письменный.

Критерии оценивания:

Обоснованно получен верный ответ – 2 балла.

Ответ неверный из-за вычислительной ошибки – 1 балл.

УК-1.4 При обработке информации отличает факты от мнений, интерпретаций, оценок, формирует собственные мнения и суждения, аргументирует свои выводы и точку зрения

1. Пусть предприятие пользуется экспертными оценками, предсказания которых оправдываются с вероятностью 0,75. И не оправдываются с вероятностью 0,25. Предприятие поступает в точности по прогнозам. Найдите ожидаемую прибыль предприятия.

Способ проведения – письменный.

Критерии оценивания:

Обоснованно получен верный ответ – 2 балла.

Матрица составлена верно, но решение задачи не доведено до конца или решение задачи доведено до конца, но ответ неверный из-за вычислительной ошибки – 1 балл.

2. Для изготовления продукции двумя способами используют три вида сырья. За 1 час работы первым способом выпускается 20 единиц продукции, а вторым способом – 30 единиц. Запасы сырья и количество сырья (в кг) того или иного вида, расходуемого за 1 час, приведены в следующей таблице.

Способы производства	Сырье		
	1	2	3
Первый	10	20	15
Второй	20	10	15

Запасы сырья	100	100	90
--------------	-----	-----	----

Необходимо составить такой план выпуска продукции, при котором будет выпущено наибольшее количество продукции.

Способ проведения – письменный.

Критерии оценивания:

Обоснованно получен верный ответ – 2 балла.

Ответ неверный, но математическая модель построена верно и множество допустимых решений изображено верно – 1 балл.

УК-1.5 Рассматривает и предлагает возможные варианты решения поставленной задачи, оценивая их достоинства и недостатки

1. Из четырех фермерских хозяйств необходимо вывести 9200 ц. свеклы: из первого – 1600 ц., из второго – 2900 ц., из третьего – 3050 ц., из четвертого – 1650 ц. Свеклу могут принять три заготовительных пункта. Первый – 2200 ц, второй – 2600 ц., третий – 4400 ц. Стоимость перевозки 1 ц. свеклы задаются матрицей:

0,66	0,71	0,73
0,72	0,83	0,61
0,84	0,76	0,77
0,93	0,81	0,72

Найти оптимальный план.

Способ проведения – письменный.

Критерии оценивания:

Найден оптимальный план – 3 балла.

Решение задачи не доведено до конца, но верно построен маршрут перераспределения, или решение задачи доведено до конца, но ответ неверный из-за вычислительной ошибки – 2 балла.

Оптимальный план не найден или найден не верно, но верно построена распределительная таблица и опорный план решения – 1 балл.

2. Допустим, что высота дамбы в зависимости от уровня наводнения должна быть не менее 1, 2, 3, 4, 5 м, а сметные затраты на строительство такой дамбы соответственно равны 2, 4, 6, 8, 10 млн. руб. Пусть ожидаемый ущерб от наводнения, уровень которого не превосходит 1 м, составляет 7 млн руб., 2 м. - 10 млн руб., 3 м. - 13 млн руб., 4 м. - 16 млн руб., 5 м. - 20 млн руб. Какой высоты строить дамбу?

Способ проведения – письменный.

Критерии оценивания:

Обоснованно получен верный ответ – 2 балла.

Матрица составлена верно, но решение задачи не доведено до конца или решение задачи доведено до конца, но ответ неверный из-за вычислительной ошибки – 1 балл.

ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и инженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности

ОПК-1.1 Демонстрирует знания основ математики, физики, вычислительной техники и программирования

1. Минимизация функции одной переменной. Основные определения.

Способ проведения – устный.

Критерии оценивания:

Дан правильный развернутый ответ – 2 балла.

Ответ содержит неточности – 1 балл.

2. Исследование операций – научный подход к решению задач организационного управления.

Способ проведения – устный.

Критерии оценивания:

Дан правильный развернутый ответ – 2 балла.

Ответ содержит неточности – 1 балл.

3. Сформулировать необходимое условие экстремума в задачах безусловной оптимизации.

Способ проведения – устный.

Критерии оценивания:

Дан правильный развернутый ответ – 2 балла.

Ответ содержит неточности – 1 балл.

ОПК-1.2 Демонстрирует навыки использования знаний физики и математики для решения задач теоретического и прикладного характера

1. Найти наименьшую из констант Липшица для функции

$$f(x) = \frac{1}{3}x^3 + 2x^2 - 5x + 6 \text{ на отрезке } [0,10].$$

Способ проведения – письменный.

Критерии оценивания:

Обоснованно получен верный ответ – 2 балла.

Ответ неверный из-за вычислительной ошибки – 1 балл.

2. Исследовать множество на выпуклость

$$M = \{x \in R^2: x_1 - x_2 = 2; x_1^2 - x_2 \geq 0\}.$$

Способ проведения – письменный.

Критерии оценивания:

Обоснованно получен верный ответ – 2 балла.

Ответ неверный из-за вычислительной ошибки – 1 балл.

3. Найти точку минимума функции  $f(x)=x^4+2x^2+4x+1$  на отрезке  $[-1;0]$  при  $\varepsilon=0,1$ .

Способ проведения – письменный.

Критерии оценивания:

Обоснованно получен верный ответ – 2 балла.

Ответ неверный из-за вычислительной ошибки – 1 балл.

ОПК-1.3 Применяет методы математического и компьютерного моделирования, средства автоматизированного проектирования в теоретических и расчетно-экспериментальных исследованиях

1. Реализовать алгоритм метода Ньютона для нахождения минимума функции  $f(x) = (x_2 - x_1^2)^2 + (1 - x_1)^2$  на ЭВМ.

Способ проведения – устный.

Критерии оценивания:

Реализация алгоритма выполнена верно, изучена зависимость скорости работы (числа вычислений функции  $N$ ) от заданного значения точности  $\varepsilon$ , исследована зависимость работы алгоритма от выбора начального приближения – 3 балла.

Выполнена только реализация алгоритма, исследование не проведено – 2 балла.

Алгоритм реализован только для частного случая – 1 балл.

2. Написать программу реализации метода штрафных функций на ЭВМ для задачи

$$2x_1^2 + x_2^2 \rightarrow \text{extr}$$

$$x_1^2 + 4x_2^2 \leq 16$$

$$x_1 \geq 0 \quad x_2 \geq 0$$

Изучить зависимость скорости работы (числа вычислений функции  $N$ ) от заданного значения точности  $\varepsilon$ . Исследовать, как зависит работа рассматриваемого алгоритма от выбора начального приближения.

Способ проведения – устный.

Критерии оценивания:

Реализация алгоритма выполнена верно, изучена зависимость скорости работы (числа вычислений функции  $N$ ) от заданного значения точности  $\varepsilon$ , исследована зависимость работы алгоритма от выбора начального приближения – 3 балла.

Выполнена только реализация алгоритма, исследование не проведено – 2 балла.

Алгоритм реализован только для частного случая – 1 балл.

ПК-1 Способен участвовать в качестве исполнителя в научно-исследовательских разработках новых робототехнических и мехатронных систем

ПК-1.1 Разрабатывает математические модели мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных элементов и модулей

1. Реализовать алгоритм наискорейшего спуска на ЭВМ и протестировать работу метода на примере функции  $f(x) = x_1^2 + ax_2^2$  при  $a = 1, 100, 500, 1000$ . Сравнить скорость работы метода при различных значениях параметра  $a$  по числу итераций, и по числу вызовов совокупности значений функций и производных.

Способ проведения – устный.

Критерии оценивания:

Реализация алгоритма выполнена верно, проведено сравнение скорости работы метода при различных значениях параметра  $a$  по числу итераций, и по числу вызовов совокупности значений функций и производных – 3 балла.

Выполнена только реализация алгоритма, исследование не проведено – 2 балла.

Алгоритм реализован только для частного случая – 1 балл.

2. Определить, сколько вычислений функции потребуется методу сопряженных направлений, для того чтобы разность между численным и аналитическим решениями была меньше  $\varepsilon = 0,0001$ .

Способ проведения – письменный.

Критерии оценивания:

Обоснованно получен верный ответ – 2 балла.

Ответ неверный из-за вычислительной ошибки – 1 балл.

## V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 1) Рекомендуемая литература

#### а) Основная литература:

1. Пантелеев, А.В. Методы оптимизации в примерах и задачах [Электронный ресурс]: учеб. пособие / А.В. Пантелеев, Т.А. Летова. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2015. — 512 с. — Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=67460](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=67460)
2. Пантелеев А.В. Методы оптимизации [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Пантелеев А.В., Летова Т.А.— Электрон. текстовые данные.— М.: Логос, 2011.— 424 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/9093.html>

#### б) Дополнительная литература:

1. Гладких Б.А. Методы оптимизации и исследование операций для бакалавров информатики: учебное пособие / Б.А. Гладких. – Томск: Издательство "НТЛ", 2011. – Ч. 2. Нелинейное и динамическое программирование. – 264 с. – ISBN 978-5-89503-483-5; То же [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=200917>
2. Гладких Б.А. Методы оптимизации и исследование операций для бакалавров информатики: учебное пособие / Б.А. Гладких. - Томск: Издательство "НТЛ", 2009. - Ч. 1. Введение в исследование операций. Линейное программирование. - 200 с. - ISBN 978-5-89503-410-1; То же [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=200774>

### 2) Программное обеспечение

<b>Компьютерный класс факультета прикладной математики и кибернетики № 4б (170002, Тверская обл., г.Тверь, Садовый переулок, д.35)</b>	
Adobe Acrobat Reader DC - Russian	бесплатно
Apache Tomcat 8.0.27	бесплатно
Cadence SPB/OrCAD 16.6	Государственный контракт на поставку лицензионных программных продуктов 103 - ГК/09 от 15.06.2009
GlassFish Server Open Source Edition 4.1.1	бесплатно
Google Chrome	бесплатно
Java SE Development Kit 8 Update 45 (64-bit)	бесплатно
JetBrains PyCharm Community Edition 4.5.3	бесплатно
JetBrains PyCharm Edu 3.0	бесплатно
Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows	Акт на передачу прав ПК545 от 16.12.2022

Lazarus 1.4.0	бесплатно
Mathcad 15 M010	Акт предоставления прав ИС00000027 от 16.09.2011
MATLAB R2012b	Акт предоставления прав № Us000311 от 25.09.2012
Многофункциональный редактор ONLYOFFICE бесплатное ПО	бесплатно
ОС Linux Ubuntu бесплатное ПО	бесплатно
MiKTeX 2.9	бесплатно
MSXML 4.0 SP2 Parser and SDK	бесплатно
NetBeans IDE 8.0.2	бесплатно
NetBeans IDE 8.2	бесплатно
Notepad++	бесплатно
Oracle VM VirtualBox 5.0.2	бесплатно
Origin 8.1 Sr2	договор №13918/M41 от 24.09.2009 с ЗАО «СофтЛайн Трейд»
Python 3.1 pygame-1.9.1	бесплатно
Python 3.4 numpy-1.9.2	бесплатно
Python 3.4.3	бесплатно
Python 3.5.1 (Anaconda3 2.5.0 64-bit)	бесплатно
WCF RIA Services V1.0 SP2	бесплатно
WinDjView 2.1	бесплатно
R Studio	бесплатно
Anaconda3 2019.07 (Python 3.7.3 64-bit)	бесплатно

3) Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. ЭБС «ZNANIUM.COM» [www.znanium.com](http://www.znanium.com);
2. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <https://biblioclub.ru/>;
3. ЭБС «Лань» <http://e.lanbook.com>.

4) Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

Интернет-университет <http://www.intuit.ru>

## **VI. Методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины**

*Задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины*



Тема: Безусловная оптимизация. Условия оптимальности

1. Сформулировать необходимое условие экстремума в задачах безусловной оптимизации.
2. Решить полученную систему. Получить стационарные точки.
3. Применить достаточные условия для определения точек экстремума.

Примеры целевых функций:

$$\begin{aligned} & f(x) = x^2 - 2x + 1 \\ & f(x) = x^2 + 2x + 1 \\ & f(x) = x^4 - 4x^2 \end{aligned}$$

Тема: Выпуклые множества. Выпуклые функции

1. Определить являются ли выпуклыми множества различной структуры.
2. Определить выпуклость функции на основе определения.
3. Определить выпуклость функций на основе необходимых и достаточных условий.

Примеры множеств, функций:

1. Выпукло ли множество

$$S = \{x \in \mathbb{R}^n \mid x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, \dots, x_n \geq 0\}$$

2. Будет ли выпукла суперпозиция двух функций

$$f(x) = x^2, g(x) = x^3$$

3. Указать множество, для которых  $f(x)$  выпукло

$$f(x) = x^2, g(x) = x^3$$

Тема: Решение задач на условный экстремум на основе необходимых и достаточных условий оптимальности

1. В задаче на условный экстремум записать функцию Лагранжа.
2. Получить систему для определения стационарных точек на основе необходимых условий.
3. Сформулировать достаточные условия, идентифицировать полученные стационарные точки.

Примеры задач:

1.  ~~$x_1 + x_2 + x_3 \rightarrow \max$~~

$$x_1 + x_2 = 4; \quad x_2 + x_3 = 4$$

2.  ~~$x_1^2 + x_2^2 + x_3^2 \rightarrow \max$~~

$$\frac{1}{x_1} + \frac{1}{x_2} + \frac{1}{x_3} = 1$$

3.  ~~$x_1^2 + x_2^2 \rightarrow \max$~~

$$x_1^2 + x_2^2 = 5$$

### Примеры расчетно-графических работ:

*Тема: Численные методы безусловной минимизации*

1. Привести теоретическое обоснование наискорейшего спуска
2. Разработать алгоритм и программу метода.
3. Привести тестовый пример.
4. Получить решение нескольких задач с использованием разработанной программы.
5. Оформить отчет по работе.

*Тема: Методы переменной метрики.*

1. Стратегия метода Дэвидона-Флетчера-Пауэлла.
2. Алгоритм метода и его обоснование.
3. Сходимость метода для квадратичной функции.
4. Тестовый пример решения безусловной минимизации квадратичной функции.
5. Программная реализация метода.
6. Анализ результатов. Выводы.
7. Оформление отчета по работе.

Примеры целевых функций:

~~$f(x_1, x_2) = x_1^2 + x_2^2$~~



### **Список вопросов к экзамену**

1. Роль и место оптимизационных методов при решении теоретических и практических задач в различных областях науки, народного хозяйства.
2. Исследование операций – научный подход к решению задач организационного управления.
3. Классификация методов.
4. Безусловная оптимизации. Постановка задачи. Основные определения. Условия оптимальности для функции одной переменной. Условия оптимальности для функции многих переменных.
5. Методы нулевого порядка для функций одной переменной. Постановка задачи стратегии поиска.
6. Метод деления отрезка пополам.
7. Метод золотого сечения.
8. Метод квадратичной интерполяции.
9. Постановка задачи, общие принципы построения численных методов для функции многих переменных.
10. Метод наискорейшего спуска.
11. Метод сопряженных градиентов для квадратичных функций.
12. Методы второго порядка для функции многих переменных. Метод Ньютона
13. Численные методы поиска условного экстремума. Условная оптимизация. Условие оптимальности. Принципы построения численных методов условного экстремума. Методы последовательной безусловной минимизации.
14. Метод штрафов.
15. Графический метод решения задач оптимизации.
16. Задачи линейного программирования.
17. Методы решения транспортных задачи.

Метод северо-западного угла. Метод минимального элемента.

Метод потенциалов.

18 Целочисленное программирование. Метод ветвей и границ.

19 Некоторые элементы выпуклого анализа. Выпуклые множества, функции, их свойства. Постановка задачи выпуклого программирования.

20 Принятие решений в конфликтных ситуациях.

Антагонистические игры двух сторон. Методы решения матричных антагонистических игр. Бескоалиционные игры. Методы решения бесконечных бескоалиционных игр.

### ***Требования к рейтинг-контролю***

1. Посещение занятий – 10 баллов (I модуль – 5, II модуль – 5).

2. Контрольные работы – 10 баллов (I модуль – 5, II модуль – 5).

3. РГР – 40 баллов (I модуль – 20, II модуль – 20).

Важной составляющей данного раздела РПД являются требования к рейтинг-контролю с указанием баллов, распределенных между модулями и видами работы обучающихся.

Максимальная сумма баллов по учебной дисциплине, заканчивающейся экзаменом, по итогам семестра составляет 60 баллов (30 баллов - 1-й модуль и 30 баллов - 2-й модуль).

Обучающемуся, набравшему 40–54 балла, при подведении итогов семестра (на последнем занятии по дисциплине) в рейтинговой ведомости учета успеваемости и зачетной книжке может быть выставлена оценка «удовлетворительно».

Обучающемуся, набравшему 55–57 баллов, при подведении итогов семестра (на последнем занятии по дисциплине) в графе рейтинговой ведомости учета успеваемости «Премияльные баллы» может быть добавлено 15 баллов и выставлена экзаменационная оценка «хорошо».

Обучающемуся, набравшему 58–60 баллов, при подведении итогов семестра (на последнем занятии по дисциплине) в графе рейтинговой

ведомости учета успеваемости «Премияльные баллы» может быть добавлено 27 баллов и выставлена экзаменационная оценка «отлично». В каких-либо иных случаях добавление премиальных баллов не допускается.

Обучающийся, набравший до 39 баллов включительно, сдает экзамен.

Распределение баллов по модулям устанавливается преподавателем и может корректироваться.

## VII. Материально-техническое обеспечение

Для аудиторной работы.

Учебная аудитория № 20 (170002, Тверская обл., г.Тверь, Садовый переулок, д.35)	Набор учебной мебели, экран, проектор.
Учебная аудитория № 206 (170002, Тверская обл., г.Тверь, Садовый переулок, д.35)	Набор учебной мебели, экран, проектор.

Для самостоятельной работы.

Помещение для самостоятельной работы обучающихся: Компьютерный класс факультета ПМ и К № 46 (170002, Тверская обл., г.Тверь, Садовый переулок, д.35)	Компьютер, Компьютер, экран, проектор, кондиционер.
--	---

## VIII. Сведения об обновлении рабочей программы дисциплины

№ п.п.	Обновленный раздел рабочей программы дисциплины	Описание внесенных изменений	Дата и протокол заседания кафедры, утвердившего изменения
1	V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины 2) Программное обеспечение	Внесены изменения в программное обеспечение	От 24.08.2023 года, протокол № 1 ученого совета факультета
