


**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**ФГБОУ ВО «КАБАРДИНО-БАЛКАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ им. Х.М. БЕРБЕКОВА (КБГУ)»**

**Институт информатики, электроники и робототехники**

**Кафедра «Мехатроника и робототехника»**

**СОГЛАСОВАНО**

Руководитель образовательной программы

 Х.М. Сенов

« 30 » 05 2023 г.

**УТВЕРЖДАЮ**

И.о. директора ИИЭиР

  
 Р.Ш. Гешев

« 30 » 05 2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Б1.О.05 «МЕТОДЫ И ТЕОРИИ ОПТИМИЗАЦИИ»**

Направление подготовки

**15.04.06 Мехатроника и робототехника**

Профиль подготовки

**Мехатронные системы автоматизации в машиностроении**

Квалификация (степень) выпускника

**Магистр**

Форма обучения

**очная**

Нальчик 2023

Рабочая программа дисциплины «Методы и теории оптимизации» / сост. Л.А. Лютикова – Нальчик: ФГБОУ КБГУ, 2023. - 17 с.

Рабочая программа предназначена для преподавания дисциплины программы магистратуры студентам очной формы обучения по направлению подготовки 15.04.05 «Мехатроника и робототехника».

Рабочая программа составлена в соответствии с рабочим учебным планом и Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования ФГОС 3++ по направлению подготовки 15.04.06 Мехатроника и робототехника, утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 1023 от 14.08.2020.

## СОДЕРЖАНИЕ

	с.
1 Цели и задачи освоения дисциплины.....	4
2 Место дисциплины в структуре ОПОП.....	4
3 Требования к результатам освоения содержания дисциплины.....	4
4 Содержание и структура дисциплины.....	5
4.1 Содержание разделов дисциплины.....	5
4.2 Структура дисциплины.....	7
4.3 Лабораторные занятия.....	7
4.4 Практические занятия .....	7
4.5 Курсовая работа.....	7
4.6 Самостоятельное изучение разделов дисциплины.....	7
5 Образовательные технологии.....	8
5 Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.....	9
7 Учебно-методическое обеспечение дисциплины.....	15
7.1 Основная литература.....	15
7.2 Дополнительная литература.....	15
7.3 Периодические издания.....	15
7.4 Интернет-ресурсы.....	16
7.5 Программное обеспечение современных информационно- коммуникационных технологий .....	16
8 Материально-техническое обеспечение дисциплины.....	17
Лист согласования рабочей программы дисциплины.....	18

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Целью освоения** – Целью дисциплины является знакомство студента с методами и алгоритмами нахождения оптимальных решений различного рода задач. В результате изучения дисциплины студенты должны: освоить базовые знания алгоритмов и методов оптимизации; получить навыки практической работы по решению оптимизационных задач; освоить численные методы решения математических задач

**Задачи освоения дисциплины:**

1. усвоение роли методов оптимизации в формировании знаний и умений по постановке и решению оптимизационных задач;
2. формирование понимания основных принципов, лежащих в основе методов решения задач оптимизации;
3. приобретение практических навыков в использовании основных типов информационных систем и прикладных программ общего назначения для решения с их помощью практических задач оптимизации.

Учебный курс «Методы и теории оптимизации» предназначен для подготовки магистров по направлению – «Мехатроника и робототехника».

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина Б1.В.ОД 2. «Методы и теория оптимизации» входит в перечень дисциплин профессионального цикла (базовая часть) подготовки магистра.

## 3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОПОП ВО по данному направлению подготовки:

### **б) общепрофессиональных (ОПК):**

Способен оптимизировать затраты на обеспечение деятельности производственных подразделений (ОПК-8);

Способен проводить анализ затрат на обеспечение деятельности производственных подразделений (ОПК-8.1);

Способен проводить расчеты для минимизации затрат на обеспечение деятельности производственных подразделений (ОПК-8.2).

### **В результате изучения дисциплины студент должен:**

#### **знать:**

Задачу анализа систем автоматической оптимизации

Методы описания и изучения систем автоматической оптимизации

Компьютерные методы исследования систем автоматической оптимизации

#### **Уметь:**

Производить параметрический расчет систем оптимизации

Пользоваться методами математического моделирования

Разрабатывать схемные решения оптимальных автоматических систем

**Владеть:**

Методологией поиска допустимых значений и ограничений параметров состояния системы оптимизации

Разработкой алгоритмов оптимального управления хорошо определенных объектов

Разработкой алгоритмов оптимального управления объектами.

**4. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ****4.1. Содержание разделов дисциплины**

№ разд.	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1.	Методы оптимального управления	Основные положения адаптивного управления. Структура и типов адаптивных систем	К РК
2.	Модельное прогнозирующее управление	Обобщённая задача модели с предсказанием. Восстановление состояния и предсказание возмущений.	К РК ПР
3.	Основы теории оптимального управления. Системы оптимального управления. Критерии оптимальности	Автоматическое управление оптимальное по быстродействию. Синтез оптимального по быстродействию закона управления.	К РК

**4.2. Структура дисциплины**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единицы (108 часов)

Вид работы	1 семестр	Всего
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>144</b>	<b>144</b>
<b>Аудиторная работа:</b>	<b>51</b>	<b>51</b>
<i>Лекции (Л)</i>	6	6
<i>Практические занятия (ПЗ)</i>	45	45
<i>Лабораторные(ЛР)</i>		
<b>Самостоятельная работа:</b>	<b>66</b>	<b>66</b>
Самостоятельное изучение разделов	18	18
Самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам, рубежному контролю и т.д.),	21	21

<b>Подготовка и прохождение промежуточной аттестации</b>	<b>27</b>	<b>27</b>
<b>Вид промежуточной аттестации</b>	экзамен	

№ раз-дела	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Контактная работа			Вне-ауд. работа СР
			Л	ЛР	ПЗ	
1.	Методы оптимального управления	2	2		15	6
2.	Модельное прогнозирующее управление	2	2		15	6
3.	Основы теории оптимального управления. Системы оптимального управления. Критерии оптимальности	2	2		15	6

	Темы занятий	Кол. часов
1.	Методы оптимального управления	2
2.	Модельное прогнозирующее управление	2
3.	Основы теории оптимального управления. Системы оптимального управления. Критерии оптимальности	2
ИТОГО		6

#### 4.4. Практические занятия

№	Тема	Кол. часов.
1	Одномерная оптимизация Методы сужения интервала неопределенности. Метод общего поиска. Метод дихотомии. Метод «золотого сечения». Метод локализации экстремума.. Ньютоновские методы: метод Ньютона-Рафсона, квазиньютоновский метод	2
2	Многомерная безусловная оптимизация. Пример задачи многомерной оптимизации. Рельеф функции. Метод покоординатного спуска. Метод оврагов. Градиентные методы. Метод скорейшего спуска. Метод Ньютона, метод Марквардта	4

3	Методы случайного поиска. Простой поиск в параллелепипеде. Адаптивный случайный поиск	6
4	Задачи с ограничениями. Поиск оптимума в задачах с ограничениями типа равенств. Множители Лагранжа. Метод неопределенных множителей Лагранжа. Поиск оптимума в задачах с ограничениями типа неравенств. Метод штрафных функций.	6
5	Примеры задач на линейное программирование. Основные определения. Основная задача линейного программирования. Основная задача линейного программирования с ограничениями-неравенствами. Геометрическое толкование задач линейного программирования.	6
6	Симплекс-метод решения задачи линейного программирования	10
7	Методы динамического программирования	11
ИТОГО		45

#### 4.5. Курсовая работа

Курсовая работа не предусмотрена.

#### 4.6 Самостоятельное изучение разделов дисциплины

№	Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение	Кол-во часов
1	2	3
1.	Методы оптимального управления	12
2.	Модельное прогнозирующее управление	12
3.	Основы теории оптимального управления. Системы оптимального управления. Критерии оптимальности	12
4.	Итого	66

### ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В процессе преподавания дисциплины используются методы проблемного и проектного обучения, исследовательские методы, а также принятая в КБГУ балльно-рейтинговая система обучения и контроля знаний, которые способствуют развитию самостоятельности и ответственности будущих специалистов.

При реализации дисциплины должны использоваться следующие образовательные технологии.

№ п/п	Наименование технологии	Вид занятий	Краткая характеристика
1.	Метод проблемного изложения материала	Лекционные, лабораторные и практические занятия	Изложение теоретического материала и разбор конкретных ситуаций и задач при активном диалоге с обучающимися

2.	Интерактивная форма проведения занятий	Лекционные, лабораторные и практические занятия	Использование мультимедийного оборудования, компьютерных технологий и сетей
3.	Дистанционное обучение	Самостоятельная работа, в т.ч. в диалоге с преподавателем	Использование компьютерных технологий и сетей; работа в библиотеке

Информационные ресурсы используются при реализации следующих видов занятий

№ п/п	Наименование информационных ресурсов	Вид занятий	Краткая характеристика
1.	Программное обеспечение	Лекционные и практические занятия, самостоятельная работа	Изложение теоретического материала, выполнение аудиторных заданий, самостоятельная работа
2.	Интернет-ресурсы	Практические занятия, самостоятельная работа	Выполнение аудиторных заданий, самостоятельная работа

Курс/семестр	Вид занятия	Используемые активные и интерактивные образовательные технологии	Количество часов
3 семестр	Л	Интерактивная доска. Мультимедийное оборудование.	8
	ПР	Персональный компьютер. Мультимедийное оборудование.	14
<b>ИТОГО</b>			<b>24</b>

## 5 Оценочные материалы для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

### 5.1. Оценочные материалы для текущего контроля успеваемости

#### Вопросы к контрольным рейтинговым мероприятиям

##### Задачи:

Задачи решаются на лекциях и самостоятельных занятиях и на зачетах в рамках балльно-рейтинговых мероприятий. В рамках текущего контроля студент может набрать 27 баллов за решение задач (18 баллов за три контрольные работы в рамках балльно-рейтинговых мероприятий и по 3 балла в каждый рубежный промежуток на практических занятиях). Баллы проставляются в зависимости от процента выполнения задачи. Типовые задачи приводятся ниже.



**Задача № 1.** Решить графическим методом типовую задачу оптимизации.

Некоторая фирма выпускает два набора удобрений для газонов: обычный и улучшенный. В обычный набор входит 3 кг азотных, 4 кг фосфорных и 1 кг калийных удобрений, а в улучшенный – 2 кг азотных, 6 кг фосфорных и 3 кг калийных удобрений. Известно, что для некоторого газона требуется по меньшей мере 10 кг азотных, 20 кг фосфорных и 7 кг калийных удобрений. Обычный набор стоит 3 ден. ед., а улучшенный – 4 ден. ед. Какие и сколько наборов удобрений нужно купить, чтобы обеспечить эффективное питание почвы и минимизировать стоимость?

Построить экономико-математическую модель задачи, дать необходимые комментарии к ее элементам и получить решение графическим методом. Что произойдет, если решать задачу на максимум и почему?

***Решение:***

1. Введем переменные:

$x_1$  – количество обычных наборов;

$x_2$  – количество улучшенных наборов.

2. Зададим целевую функцию. Задача на минимизацию затрат. Запишем уравнение, описывающее затраты

$$f(x_1, x_2) = 3x_1 + 4x_2 \rightarrow \min.$$

3. Ограничения:

$$\begin{cases} 3x_1 + 2x_2 \geq 10, & \text{По азотным удобрениям} \\ 4x_1 + 6x_2 \geq 20, & \text{По фосфорным удобрениям} \\ x_1 + 3x_2 \geq 7, & \text{По калийным удобрениям} \\ x_1, x_2 \geq 0. & \text{Условие неотрицательности.} \end{cases}$$

Найдем решение сформированной задачи, используя ее геометрическую интерпретацию. Сначала определим область допустимых решений. Для этого в неравенствах системы ограничений знаки неравенств заменим на знаки точных равенств, и найдем соответствующие прямые:

$$\begin{cases} 3x_1 + 2x_2 = 10, & \text{Прямая I} \\ 4x_1 + 6x_2 = 20, & \text{Прямая II} \\ x_1 + 3x_2 = 7, & \text{Прямая III} \\ x_1, x_2 \geq 0. & \text{Условие неотрицательности.} \end{cases}$$

Выразим  $x_2$  через  $x_1$ .

$$\left\{ \begin{array}{l} x_2 = 5 - 1,5x_1, \\ x_2 = \frac{10}{3} - 2x_1/3, \\ x_2 = \frac{7}{3} - x_1/3, \\ x_1, x_2 \geq 0. \end{array} \right. \begin{array}{l} \text{Прямая I} \\ \text{Прямая II} \\ \text{Прямая III} \\ \text{Условие неотрицательности.} \end{array}$$

Для построения прямой достаточно двух точек, найдем их координаты:

$x_1$	0	4
$x_2$	5	-1

Прямая I

$x_1$	-1	5
$x_2$	4	0

Прямая II

$x_1$	1	7
$x_2$	2	0

Прямая III

Эти прямые изображены на рисунке 1. Условие неотрицательности показывает, что искомая область располагается в первой четверти.

Каждая из построенных прямых делит плоскость на две полуплоскости. Координаты точек одной полуплоскости удовлетворяют исходному неравенству, а другой – нет. Чтобы определить искомую полуплоскость, нужно взять какую-нибудь точку, принадлежащую одной из полуплоскостей, и проверить, удовлетворяют ли ее координаты данному неравенству. Если координаты взятой точки удовлетворяют данному неравенству, то искомой является та полуплоскость, которой принадлежит эта точка, в противном случае – другая полуплоскость.

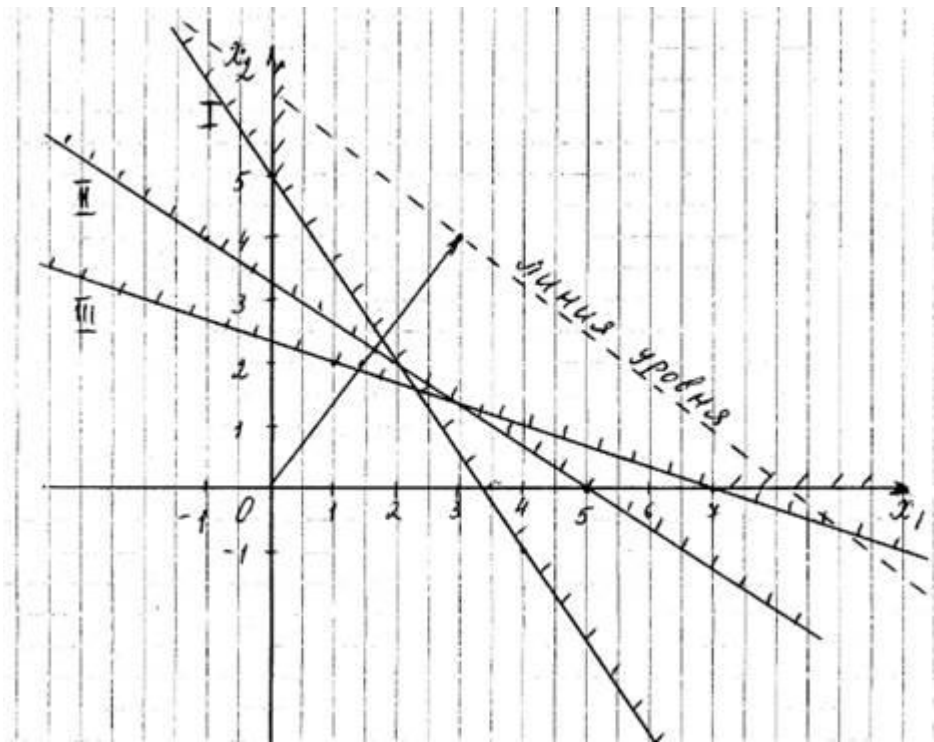


Рисунок 1. Графический метод решения

На рисунке 1, область допустимых решений не ограничена и отмечена штрихом. Координаты любой точки, принадлежащей этой области, удовлетворяют данной системе неравенств и условию неотрицательности переменных. Поэтому сформулированная задача будет решена, если мы сможем найти точку, принадлежащую области допустимых решений, в которой целевая функция принимает минимальное значение. Чтобы найти указанную точку, построим вектор  $\bar{c} = (3; 4)$  и линию уровня, которая перпендикулярна этому вектору.

Так как задача на минимум, то линию уровня будем двигать по направлению вектора. Первая точка касания и будет оптимальным решением. Координаты этой точки и определяют оптимальные количества обычных и улучшенных наборов удобрений, при которых затраты являются минимальными.

В данном примере это точка пересечения прямых I и II. Следовательно, ее координаты удовлетворяют уравнениям этих прямых

$$\begin{cases} 3x_1 + 2x_2 = 10, \\ 4x_1 + 6x_2 = 20, \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x_1 = 2 \\ x_2 = 2 \end{cases}$$

Следовательно, если фирма купит 2 обычных и 2 улучшенных набора удобрений, то минимальные затраты составят  $f(2; 2) = 3 \cdot 2 + 4 \cdot 2 = 14$  ден. ед.

Если данную задачу решать на максимум, то линия уровня будет сдвигаться вправо до бесконечности (так область решений не ограничена). Таким образом, конечного решения не будет.

**Задача № 2.** Предложить оптимальное управленческое решение в следующих типовых хозяйственных ситуациях.

Металлургическому заводу требуется уголь с содержанием фосфора не более 0,03% и с долей зольных примесей не более 3,25%. Завод закупает три сорта угля  $A$ ,  $B$ ,  $C$  с известным содержанием примесей. В какой пропорции нужно смешивать исходные продукты  $A$ ,  $B$ ,  $C$ , чтобы смесь удовлетворяла ограничениям на содержание примесей и имела минимальную цену? Содержание примесей и цена исходных продуктов приведены в таблице

Сорт угля	Содержание (%)		Цена 1 т (руб.)
	фосфора	зола	
$A$	0,06	2,0	30
$B$	0,04	4,0	30
$C$	0,02	3,0	45

**Решение:**

Введем следующие обозначения:  $x_1$  – содержание угля  $A$  в смеси;  $x_2$  – содержание угля  $B$  в смеси;  $x_3$  – содержание угля  $C$  в смеси. Тогда ограничения примут вид:

$$\begin{cases} 0,06x_1 + 0,04x_2 + 0,02x_3 \leq 0,03 \cdot (x_1 + x_2 + x_3); \\ 2,0x_1 + 4,0x_2 + 3,0x_3 \leq 3,25 \cdot (x_1 + x_2 + x_3), \\ x_1 + x_2 + x_3 = 1. \end{cases}$$

Целевая функция задачи:

$$f(\bar{X}) = 30x_1 + 30x_2 + 45x_3 \rightarrow \min.$$

Таким образом, ЭММ задачи имеет вид:

$$f(\bar{X}) = 30x_1 + 30x_2 + 45x_3 \rightarrow \min.$$

$$\begin{cases} 0,03x_1 + 0,01x_2 - 0,01x_3 \leq 0; \\ -1,25x_1 + 0,75x_2 - 0,25x_3 \leq 0; \\ x_1 + x_2 + x_3 = 1. \end{cases}$$

Решим данную задачу симплекс-методом. Преобразуем исходную модель. В ограничения типа " $\leq$ " добавим дополнительные переменные  $y_i, i = \overline{1,2}$ . В равенство добавим искусственную переменную  $\xi$ . Модель задачи будет выглядеть так:

$$f(\bar{X}) = 30x_1 + 30x_2 + 45x_3 + M\xi \rightarrow \min$$

При условиях:

$$\begin{cases} 0,03x_1 + 0,01x_2 - 0,01x_3 + y_1 = 0; \\ -1,25x_1 + 0,75x_2 - 0,25x_3 + y_2 = 0; \\ x_1 + x_2 + x_3 + \xi = 1 \end{cases}$$

$$x_j \geq 0, y_i \geq 0, \xi \geq 0, j = \overline{1,3}, i = \overline{1,2}.$$

Заполним первую симплекс-таблицу.

БП	$C_B$	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$y_1$	$y_2$	$\xi$	Решение	$\theta$
$y_1$	0	0,03	0,01	-0,01	1	0	0	0	-
$y_2$	0	-1,25	0,75	-0,25	0	1	0	0	-
$\xi$	M	1	1	1	0	0	1	1	1
$f$ – строка	0	30	30	45	0	0	0	0	

В  $f$  – строке среди оценок  $\Delta_j$  есть положительные значения, следовательно, план  $X^0$  не является оптимальным. Среди значений  $\Delta_j > 0$  находим наибольшее (45), столбец  $x_3$  выбираем в качестве ведущего. Для положительных элементов ведущего столбца находим наименьшее из симплексных отношений  $\theta = 1, \xi$  – ведущая строка. Элемент 1 на пересечении ведущего столбца и ведущей строки – разрешающий элемент. После перехода к следующей симплексной таблице, в базисном плане отсутствует искусственная переменная.

БП	$C_B$	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$y_1$	$y_2$	Решение	$\theta$
$y_1$	0	0,04	0,02	0	1	0	0,01	0,01/0,02
$y_2$	0	-1	1	0	0	1	0,25	0,25/1
$x_3$	45	1	1	1	0	0	1	1/1
$f$ – строка	0	15	15	0	0	0	45	

В  $f$  – строке среди оценок  $\Delta_j$  есть положительные значения, следовательно, план  $X^1$  не является оптимальным. Среди значений  $\Delta_j > 0$  находим наибольшее (15), столбец  $x_2$  выбираем в качестве ведущего. Для положительных элементов ведущего столбца находим наименьшее из симплексных отношений  $\theta = 0,25, y_2$  – ведущая строка. Элемент 1 на пересечении ведущего столбца и ведущей строки – разрешающий элемент. Переходим к следующей симплексной таблице.

БП	$C_B$	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$y_1$	$y_2$	Решение	$\theta$
$y_1$	0	0,06	0	0	1	-0,02	0,005	0,005/0,06
$x_2$	30	-1	1	0	0	1	0,25	-
$x_3$	45	2	0	1	0	-1	0,75	0,75/2
$f$ – строка	0	30	0	0	0	-15	41,25	

В  $f$  – строке среди оценок  $\Delta_j$  есть положительное значение, следовательно, план  $X^2$  не является оптимальным. Столбец  $x_1$  выбираем в качестве ведущего. Для положительных элементов ведущего столбца находим наименьшее из симплексных отношений  $\theta = 1/12, y_1$  – ведущая строка. Элемент 0,06 на пересечении ведущего столбца и ведущей строки – разрешающий элемент. При переходе к следующей симплексной таблице, получаем оптимальное решение.

БП	$C_B$	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$y_1$	$y_2$	Решение
$x_1$	30	1	0	0	50/3	-1/3	1/12
$x_2$	30	0	1	0	50/3	2/3	1/3
$x_3$	45	0	0	1	-100/3	-1/3	7/12
$f$ – строка	0	0	0	0	-500	-5	155/4

В  $f$  – строке среди оценок  $\Delta_j$  нет отрицательных, следовательно, план  $X^3$  является оптимальным.

$$X^3 = X^* = \left( \frac{1}{12}; \frac{1}{3}; \frac{7}{12} \right), f_{\min} = f(X^*) = \frac{155}{4} \text{ (руб.)}.$$

Полученное оптимальное решение означает, что для получения 1 т угля необходимо взять  $\frac{1}{12}$  т первого компонента,  $\frac{1}{3}$  т второго,  $\frac{7}{12}$  т третьего. При этом его цена будет минимальной и составит  $\frac{155}{4}$  Руб.

v

### Вопросы к экзамену

1. Задачи оптимизации. Основные понятия. Примеры задач оптимизации.
2. Классы задач оптимизации. Методы одномерной минимизации. Пассивный и последовательный поиск.
3. Стратегии декомпозиции множества решений и дерево поиска. Методы поиска решения, использующие идею отсечения. Метод «ветвей и границ».
4. Математическая модель задачи линейного программирования. Ограничения в модели линейного программирования. Дополнительные переменные.
5. Графическое решение задачи линейного программирования. Нахождение максимума и минимума целевой функции.
6. Стандартная форма задачи ЛП и ее базисные решения. Определение базисных решений. Свободные переменные и базисные решения.
7. Алгоритм симплекс-метода. Пример решения.
8. Искусственное начальное решение. М-метод.
9. Искусственное начальное решение. Двухэтапный метод.
10. Определение двойственной задачи. Соотношения между оптимальными решениями прямой и двойственной задач.
11. Определение транспортной модели. Алгоритм решения транспортной задачи.
12. Определение начального решения транспортной задачи.
13. Итерационный алгоритм решения транспортной задачи.
14. Задача о назначениях. Венгерский метод решения задачи о назначениях.
15. Определение транспортной модели. Транспортная модель с промежуточными пунктами.
16. Целочисленное линейное программирование. Примеры задач целочисленного программирования.
17. Методы решения задач целочисленного программирования. Метод ветвей и границ.
18. Методы решения задач целочисленного программирования. Аддитивный алгоритм для задач с двоичными переменными.

19. Методы решения задач целочисленного программирования. Метод отсекающих плоскостей. Алгебраический способ определения отсечений.
20. Алгоритмы целевого программирования. Метод весовых коэффициентов. Метод приоритетов.
21. Классическая теория оптимизации. Экстремальные задачи без ограничений.
22. Необходимые и достаточные условия существования экстремума. Метод Ньютона-Рафсона.
23. Задачи на экстремум при наличии ограничений. Ограничения в виде равенств. Метод приведенного градиента (метод якоби). Метод множителей лагранжа.
24. Задачи на экстремум при наличии ограничений. Ограничения в виде неравенств. Обобщенный метод множителей лагранжа. Условия куна-таккера.
25. Алгоритмы нелинейного программирования. Градиентный метод. Сепарабельное программирование.

### Критерии оценки экзамена

- **86-100 баллов, «отлично»** ставится студенту, который полностью раскрыл содержание материала в объеме, предусмотренном программой, изложил материал грамотным языком в определенной логической последовательности;

- **71-85, «хорошо»** - ставится студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, но допускает в ответе некоторые неточности;

- **56-70, «удовлетворительно»** - ставится студенту, если неполно или непоследовательно раскрыто содержание материала, но показано общее понимание вопроса, недостаточно правильные формулировки базовых понятий,

- **36-55, «неудовлетворительно»** - ставится студенту, который не раскрыл основное содержание учебного материала, допускает грубые ошибки в формулировках основных понятий дисциплины.

### 6.1 Результаты освоения учебной дисциплины, подлежащие проверке ОПК.8

Результаты обучения (объекты оценивания)	Основные показатели оценки результатов	Оценочные средства
<b>31</b> Методы, позволяющие оптимизировать затраты на обеспечение деятельности производственных подразделений	Методы, позволяющие оптимизировать затраты на обеспечение деятельности производственных подразделений	практическое занятие, лабораторная работа, тестирование, контрольная работа, зачет, экзамен
<b>32</b> Подходы для анализа затрат на обеспечение деятельности производственных подразделений	Подходы для анализа затрат на обеспечение деятельности производственных подразделений	практическое занятие, лабораторная работа, тестирование, контрольная работа, зачет, экзамен

<b>У1</b> уметь проводить расчеты для минимизации затрат на обеспечение деятельности производственных подразделений	проводить расчеты для минимизации затрат на обеспечение деятельности производственных подразделений	практическое занятие, лабораторная работа, тестирование, контрольная работа, зачет, экзамен
<b>У2</b> уметь пользоваться методами математического моделирования	Уметь пользоваться методами математического моделирования	практическое занятие, тестирование, контрольная работа, зачет, экзамен
<b>У3</b> уметь разрабатывать схемные решения оптимальных автоматических систем	уметь разрабатывать схемные решения оптимальных автоматических систем	практическое занятие, лабораторная работа, контрольная работа, зачет, экзамен
<b>В1</b> владеть методологией, позволяющие оптимизировать затраты на обеспечение деятельности производственных подразделений	владеть методологией позволяющие оптимизировать затраты на обеспечение деятельности производственных подразделений	практическое занятие, лабораторная работа, контрольная работа, зачет, экзамен

## 7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

### 7.1. Основная литература

1. Акулич И.Д. Математическое программирование в примерах и задачах. – М.: Высшая школа, 2013.
2. Алексеев В.М., Галеев Э.М., Тихомиров В.М. Сборник задач по оптимизации. Теория. Примеры. Задачи. – М.: Наука, 2014.
3. Жданов С.А. Методы и рыночная технология экономического управления. – М.: Дело и Сервис, 2009.
4. Калихман И.Л., Войтенко М.А. Динамическое программирование в примерах и задачах. – М.: Высшая школа, 2009.
5. Колемаев В.А. Математическая экономика: Учебник для вузов. – М.: ЮНИТИ, 2013.
6. Сборник задач по математике для вузов / Под ред. А.В. Ефимова. Методы оптимизации. Уравнения в частных производных. Интегральные уравнения. – М.: Наука, 2010.

### 7.2. Учебная литература дополнительная

1. Кузнецов, А. В. Математическое программирование [Текст] : учеб. пособие / А. В. Кузнецов ; авт. Холод, Н. И. - Минск : Высшая школа, 1984. - 221 с.
2. Пахнатов И.А. Теория игр. Вводный курс: учебное пособие / И.А. Пахнатов. – Калининград: ФГБОУ ВПО «КГТУ», 2012. – 84 с.
3. Пономарев В.Ф. Дискретная математика для инженеров. Учебное пособие для вузов. Москва : Горячая линия – Телеком, 2009. – 320 с.

## 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Требования к условиям реализации дисциплины:



№ п/п	Вид аудиторного фонда	Требования
1.	Лекционная аудитория	Оснащение специализированной учебной мебелью. Оснащение техническими средствами обучения: настенный экран с дистанционным управлением, мультимедийное оборудование.
2.	Кабинет для практических занятий	Оснащение специализированной учебной мебелью. Оснащение техническими средствами обучения: подвижная маркерная доска, считывающее устройство для передачи информации в компьютер; настенный экран с дистанционным управлением, мультимедийное оборудование.
3.	Компьютерные классы	Оснащение специализированной учебной мебелью. Оснащение техническими средствами обучения: ПК с возможностью подключения к локальным сетям и Интернету. Наличие ВТ из расчета один ПК на два студента.

Перечень материально-технического обеспечения дисциплины:

№ п/п	Вид и наименование оборудования	Вид занятий	Краткая характеристика
1.	IBM PC - совместимые персональные компьютеры.	Практические занятия.	Процессор серии не ниже Pentium IV. Оперативная память не менее 512 Мбайт. ПК должны быть объединены локальной сетью с выходом в Интернет.
2.	Мультимедийные средства.	Лекционные и практические занятия.	Демонстрация с ПК электронных презентаций, документов Word, электронных таблиц, графических изображений.

Для студентов с ограниченными возможностями здоровья созданы специальные условия для получения образования. В целях доступности получения высшего образования по образовательным программам инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья университетом обеспечивается: 1. Альтернативной версией официального сайта в сети «Интернет» для слабовидящих; 2. Присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь; 3. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху – дублирование вслух справочной информации о расписании учебных занятий; обеспечение надлежащими звуковыми средствами воспроизведения информации; 4. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, созданы материально-технические условия обеспечивающие возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения, объекты питания, туалетные и другие помещения университета, а также пребывания в указанных помещениях (наличие расширенных дверных проемов, поручней и других приспособлений).