

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ФАКУЛЬТЕТ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ



УТВЕРЖДАЮ

Л.Р. Фионова

« 22 » сентября 2016 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**С1.2.10.1 Методы оптимизации**

Специальность: 09.05.01 «Применение и эксплуатация автоматизированных систем специального назначения»

Специализация №12: «Автоматизированные системы обработки информации и управления специального назначения»

Квалификация (степень) выпускника: инженер

Форма обучения: очная

Пенза, 2016

## 1. Цели освоения дисциплины «Методы оптимизации»

Целями освоения дисциплины «Методы оптимизации» являются овладение студентами знаниями для анализа управленческих ситуаций и навыками владения методами принятия решения в современных условиях хозяйствования, позволяющими выпускнику успешно применять математические методы и вычислительные средства для решения практических оптимизационных задач прикладной информатики.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП специалитета

Учебная дисциплина «Методы оптимизации» относится к обязательным дисциплинам вариативной части С1.2, шифр дисциплины С1.2.8.1

Изучение данной дисциплины опирается на знания, умения и навыки, полученные в ходе изучения дисциплин «Математика», «Информатика», «Программирование», «Логика и основы алгоритмизации», «Информационные технологии».

Компетенции, приобретенные в ходе изучения дисциплины «Методы оптимизации», готовят студента к освоению профессиональных компетенций в рамках дисциплины «Моделирование и проектирование систем», а также при прохождении учебной практики и выполнении выпускной квалификационной работы.

## 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины «Методы оптимизации»

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

Коды компетенции	Наименование компетенции	Структурные элементы компетенции (в результате освоения дисциплины обучающийся должен знать, уметь, владеть)
ОПК-3	Способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.	<b>Знать:</b> методику составления математических моделей линейных и нелинейных оптимизационных задач
		<b>Уметь:</b> практически работать в редакторах электронных таблиц MicrosoftExcel, OpenOfficeCalc
		<b>Владеть:</b> основами математического программирования линейных и нелинейных оптимизационных задач в редакторах электронных таблиц MicrosoftExcel, OpenOfficeCalc

ПК-21	Способность создавать и применять математические модели объектов и процессов, выбирать методы их исследования и разрабатывать алгоритмы их реализации.	<b>Знать:</b> научные принципы и методы оптимизации экономических явлений и процессов.
		<b>Уметь:</b> использовать методы решения оптимизационных экономических задач.
		<b>Владеть:</b> вычислительными средствами для решения практических оптимизационных экономических задач.
ПК-24	Способность разрабатывать программы экспериментальных исследований, включая выбор технических средств и обработку результатов.	<b>Знать:</b> принципы разработки программы решения оптимизационных задач
		<b>Уметь:</b> исследовать полученные решения оптимизационных задач
		<b>Владеть:</b> техническими и вычислительными средствами решения оптимизационных задач и обработкой полученных результатов

#### 4. Структура и содержание дисциплины «Методы оптимизации»

##### 4.1. Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 часов.

№ п/п	Наименование разделов и тем дисциплины	Семестр	Недели семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)							Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра)	
				Аудиторная работа			Самостоятельная работа				Проверка тестов	Проверка контролльн. работ
				Всего	Лекция	Лабораторные занятия	Всего	Подготовка к лабораторным работам	Курсовая работа (проект)	Подготовка к экзамену		
<b>1.</b>	<b>Раздел 1. Введение</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>2</b>							
1.1	Тема 1.1. Основные понятия прикладных методов оптимизации. Примеры задач линейного программирования. Общая постановка задачи оптимизации.	5	1		1							
1.2	Тема 1.2. Классификация задач оптимизации. Математические модели задач оптимизации.	5	1		1							
<b>2.</b>	<b>Раздел 2. Модели линейного программирования</b>	<b>5</b>	<b>2-4</b>	<b>7</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>10</b>	<b>10</b>				<b>4</b>
2.1	Тема 2.1. Постановка задачи линейного программирования (ЛП). Каноническая задача линейного программирования (КЗЛП). Свойства КЗЛП (основные теоремы).	5	2		1			2				
2.2	Тема 2.2. Геометрический метод решения ЗЛП.	5	2		1	1		4				
2.3	Тема 2.3. Симплекс-метод решения ЗЛП и его реализация в редакторе электронных таблиц.	5	3-4		1	1		4				
<b>3.</b>	<b>Раздел 3. Двойственность в линейном программировании</b>	<b>5</b>	<b>4-5</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>6</b>				<b>5</b>

3.1	Тема 3.1. Основные теоремы двойственности. Экономическая интерпретация прямой и двойственной задач.		4		1			3				
3.2	Тема 3.2. Двойственный симплекс-метод решения ЗЛП.		5		1	2		3				
<b>4.</b>	<b>Раздел 4. Частные случаи задач линейного программирования</b>	<b>5</b>	<b>5-7</b>	<b>7</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>6</b>				<b>7</b>
4.1	Тема 4.1. Транспортная задача и метод ее решения.		5-6		3	2		3				
4.2	Тема 4.2. Задача о назначениях и метод ее решения.		7		1	1		3				
<b>5</b>	<b>Раздел 5. Модели целочисленного программирования</b>	<b>5</b>	<b>7-9</b>	<b>4</b>	<b>4</b>		<b>8</b>	<b>8</b>			<b>9</b>	
5.1	Тема 5.1. Постановка задачи целочисленного программирования.		7		1			2				
5.2	Тема 5.2. Методы решения целочисленных задач.		8-9		3			6				
<b>6.</b>	<b>Раздел 6. Элементы теории игр</b>	<b>5</b>	<b>9-11</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>10</b>	<b>10</b>				<b>11</b>
6.1	Тема 6.1. Понятие об игровых моделях.		9		1			4				
6.2	Тема 6.2. Применение теории игр для решения задач линейного программирования.		10-11		3	2		6				
<b>7.</b>	<b>Раздел 7. Модели нелинейного программирования</b>	<b>5</b>	<b>11-13</b>	<b>8</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>12</b>	<b>12</b>				<b>13</b>
7.1	Тема 7.1. Классические методы решения ЗНП.		11		1	1		2				
7.2	Тема 7.2. Метод множителей Лагранжа и его применение для определения условного экстремума ЗНП.		12		1	1		4				
7.3	Тема 7.3. Задачи выпуклого программирования (ЗВП) и методы их решения.		12-13		3	1		6				
<b>8.</b>	<b>Раздел 8. Модели динамического программирования</b>	<b>5</b>	<b>14-15</b>	<b>7</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>10</b>	<b>10</b>				<b>15</b>
8.1	Тема 8.1. Общая постановка задачи динамического программирования (ДП).		14		1			2				
8.2	Тема 8.2. Принцип оптимальности и уравнения Беллмана.		14		1			4				
8.3	Тема 8.3. Общая схема применения метода ДП. Примеры решения задач ДП.		15		2	3		4				
<b>9.</b>	<b>Раздел 9. Модели управления запасами</b>	<b>5</b>	<b>16-17</b>	<b>7</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>10</b>	<b>10</b>				<b>17</b>
9.1	Тема 9.1. Основные понятия.		16		1			2				



## **4.2. Содержание дисциплины**

### **4.2.1. Содержание лекций**

#### **Раздел 1. Введение**

Тема 1.1. Основные понятия методов оптимизации. Примеры задач линейного программирования. Общая постановка задачи оптимизации.

Тема 1.2. Классификация задач оптимизации. Математические модели задач оптимизации.

#### **Раздел 2. Модели линейного программирования**

Тема 2.1. Постановка задачи линейного программирования (ЛП). Каноническая задача линейного программирования (КЗЛП). Свойства КЗЛП (основные теоремы).

Тема 2.2. Геометрический метод решения ЗЛП.

Тема 2.3. Симплекс-метод решения ЗЛП и его реализация в редакторе электронных таблиц.

#### **Раздел 3. Двойственность в линейном программировании**

Тема 3.1. Основные теоремы двойственности. Экономическая интерпретация прямой и двойственной задач.

Тема 3.2. Двойственный симплекс-метод решения ЗЛП.

#### **Раздел 4. Частные случаи задач линейного программирования**

Тема 4.1. Транспортная задача и метод ее решения.

Тема 4.2. Задача о назначениях и метод ее решения.

#### **Раздел 5. Модели целочисленного программирования**

Тема 5.1. Постановка задачи целочисленного программирования.

Тема 5.2. Методы решения целочисленных задач.

#### **Раздел 6. Элементы теории игр**

Тема 6.1. Понятие об игровых моделях.

Тема 6.2. Применение теории игр для решения задач линейного программирования.

#### **Раздел 7. Модели нелинейного программирования**

Тема 7.1. Классические методы решения ЗНП.

Тема 7.2. Метод множителей Лагранжа и его применение для определения условного экстремума ЗНП.

Тема 7.3. Задачи выпуклого программирования (ЗВП) и методы их решения.

#### **Раздел 8. Модели динамического программирования**

Тема 8.1. Общая постановка задачи динамического программирования (ДП).

Тема 8.2. Принцип оптимальности и уравнения Беллмана.

Тема 8.3. Общая схема применения метода ДП. Примеры решения задач ДП.

#### **Раздел 9. Модели управления запасами**

Тема 9.1. Статическая детерминированная модель без дефицита.

Тема 9.2. Статическая детерминированная модель с дефицитом.

#### **Раздел 10. Заключение**

Тема 10.1. Тенденции и перспективы развития методов оптимизации.

#### 4.2.2. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол. часов
1	2	Решения задач линейного программирования геометрическим методом и симплекс-методом.	2
2	3	Решение двойственных задач симплекс-методом.	2
3	4	Решение транспортных задач и задач о назначении.	3
4	6	Решение линейных задач с использованием теории игр.	2
5	7	Решение задач нелинейного программирования.	3
6	8	Решение задач динамического программирования.	3
7	9	Решение задач управления запасами	2

#### 5. Образовательные технологии

В процессе изучения дисциплины применяются следующие образовательные технологии.

- Лекции с применением мультимедиа технологий.

Представление с помощью компьютерного проектора материала по темам:

Классификация задач оптимизации, Двойственность в линейном программировании, Специальные задачи линейного программирования, Динамическое программирование.

- Лекции с проблемной постановкой темы.

Принятие решений в современных условиях хозяйствования.

- Проблемное обучение, индивидуальное обучение, междисциплинарное обучение.

- Интерактивный разбор ситуаций.

- Интерактивное обсуждение тем, подготовленных студентами самостоятельно.

•Средства инструментария редакторов электронных таблиц для решения задач оптимизации.

- Электронное тестирование знаний.

Результаты освоения дисциплины достигаются за счет использования в процессе обучения интерактивных методов и технологий формирования компетенции у студентов:

- лекции с участием студентов в решении примеров;
- практическая работа с участием преподавателя.

#### 6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

**Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.**

##### 6.1. План самостоятельной работы студентов

№ нед	Тема	Вид самостоятельной работы	Задание	Рекомендуемая литература	Кол-во часов
2	Тема 2.1. Постановка задачи линейного программирования (ЛП).	Подготовка к лабораторным работам	Изучить КЗЛП и их свойства. Разработать математическую модель ЗЛП.	/1/ /3/ /4/	1



	Каноническая задача линейного программирования (КЗЛП). Свойства КЗЛП (основные теоремы).				
2	Тема 2.2. Геометрический метод решения ЗЛП.	Подготовка к лабораторным работам	Решить ЗЛП геометрическим методом.	/1/ /4/	1
3-4	Тема 2.3. Симплекс-метод решения ЗЛП и его реализация в редакторе электронных таблиц.	Подготовка к лабораторным работам	Изучить симплекс-метод решения ЗЛП. Решить ЗЛП симплекс-методом.	/1/ /3/ /4/	1
4	Тема 3.1. Основные теоремы двойственности. Экономическая интерпретация прямой и двойственной задач.	Подготовка к лабораторным работам	Изучить основные теоремы двойственности. Решить двойственную задачу.	/1/	1
5	Тема 3.2. Двойственный симплекс-метод решения ЗЛП.	Подготовка к лабораторным работам	Изучить двойственный симплекс-метод решения ЗЛП. Решить ЗЛП с помощью двойственного симплекс-метода.	/1/	1
5-6	Тема 4.1. Транспортная задача и метод ее решения.	Подготовка к лабораторным работам	Решить транспортную задачу.	/1/ /3/ /4/	3
7	Тема 4.2. Задача о назначениях и метод ее решения.	Подготовка к лабораторным работам	Решить задачу о назначениях.	/3/	1
7	Тема 5.1. Постановка задачи целочисленного программирования.	Подготовка к лабораторным работам	Изучить постановку задачи целочисленного программирования.	/1/ /3/ /4/	1

8-9	Тема 5.2. Методы решения целочисленных задач.	Подготовка к лабораторным работам	Изучить методы решения целочисленных задач. Решить целочисленную задачу.	/1/ /3/ /4/	3
9	Тема 6.1. Понятие об игровых моделях.	Подготовка к лабораторным работам	Изучить игровые модели.	/1/ /4/	1
10-11	Тема 6.2. Применение теории игр для решения задач линейного программирования.	Подготовка к лабораторным работам	Решить задачу ЛП с помощью теории игр.	/1/ /4/	3
11	Тема 7.1. Классические методы решения ЗНП.	Подготовка к лабораторным работам	Изучить классические методы решения ЗНП. Решить ЗНП классическим методом.	/1/ /3/	1
12	Тема 7.2. Метод множителей Лагранжа и его применение для определения условного экстремума ЗНП.	Подготовка к лабораторным работам	Изучить метод множителей Лагранжа. Решить ЗНП с помощью этого метода.	/1/	1
12-13	Тема 7.3. Задачи выпуклого программирования (ЗВП) и методы их решения.	Подготовка к лабораторным работам	Изучить методы решения ЗВП. Решить ЗВП.	/1/	3
14	Тема 8.1. Общая постановка задачи динамического программирования (ДП).	Подготовка к лабораторным работам	Изучить задачи ДП.	/1/ /4/ /5/	1
14	Тема 8.2. Принцип оптимальности и уравнения Беллмана.	Подготовка к лабораторным работам	Изучить принцип оптимальности и уравнения Беллмана.	/1/ /4/ /5/	1
15	Тема 8.3. Общая схема применения	Подготовка к лабораторным работам	Решить задачу ДП.	/1/ /4/ /5/	2

	метода ДП. Примеры решения задач ДП.				
16	Тема 9.1. Основные понятия.	Подготовка к лабораторным работам	Изучить основные понятия.	/1/	1
16-17	Тема 9.2. Статическая детерминирован ная модель без дефицита.	Подготовка к лабораторным работам	Изучить статическая детерминирован ная модель без дефицита.	/1/	1
17	Тема 9.3. Статическая детерминирован ная модель с дефицитом.	Подготовка к лабораторным работам	Изучить статическая детерминирован ная модель с дефицитом.	/1/	1

Самостоятельную работу студентов по цели можно разделить на базовую и дополнительную.

Базовая самостоятельная работа (БСР) обеспечивает подготовку студента к текущим аудиторным занятиям и контрольным мероприятиям для данной дисциплины. Результаты этой подготовки проявляются в активности студента на занятиях и в качестве выполненных лабораторных работ, тестовых заданий, письменных опросов.

В данном курсе БСР включает в себя: работу с лекционным материалом, предусматривающую проработку конспекта лекций и учебной литературы; поиск(подбор) и обзор литературы и электронных источников, подготовка к лабораторным работам, подготовка к зачету и экзамену.

Дополнительная самостоятельная работа (ДСР) направлена на углубление и закрепление знаний студента, развитие аналитических навыков по проблематике учебной дисциплины.

Самостоятельная работа студентов предусмотрена по всем темам курса и при подготовке к лабораторным работам и письменному опросу по пройденным темам. Студентам предоставляется самостоятельно определять виды занятий в соответствии с поставленной задачей. Результаты самостоятельной работы оцениваются при промежуточном контроле, при сдаче лабораторных работ и при приеме зачета или экзамена с балльно-рейтинговой системой, используемой в университете.

## **6.2. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов**

### **Виды заданий для самостоятельной работы:**

- **для овладения знаниями:** чтение текста(учебника, первоисточника, дополнительной литературы); составление плана текста; графическое изображение структуры текста; конспектирование текста; работа с нормативными документами; использование аудио- и видеозаписей; компьютерной техники, Интернет и др.;
- **для закрепления и систематизации знаний:** работа с конспектом лекции(обработка текста); повторная работа над учебным материалом (учебника, дополнительной литературы, аудио- и видеозаписей); составление плана и тезисов ответа; изучение нормативным материалов; ответы на контрольные вопросы;

- **для формирования умений:** решение задач и упражнений по образцу; решение вариантных задач и упражнений; решение ситуационных производственных (профессиональных) задач.

При проведении самостоятельной работы студенты должны ориентироваться на список основной, дополнительной литературы, которую предложил преподаватель, а также самостоятельно определять источник получения информации (печатные и электронные издания, электронные ресурсы интернет и др.)

### **6.3. Материалы для проведения текущего и промежуточного контроля знаний студентов**

#### *Контроль освоения компетенций*

№ п/п	Вид контроля	Контролируемые темы (разделы)	Компетенции, компоненты которых контролируются
1	Текущий: проверка контрольных работ	Разделы 1 – 10	ОПК-3, ПК-21, ПК-24
2	Промежуточный: курсовая работа	Разделы 1 – 10	ОПК-3, ПК-21, ПК-24
3	Промежуточный: экзамен	Разделы 1 – 10	ОПК-3, ПК-21, ПК-24

#### *Темы курсовых работ*

1. Оптимизация производства хлебобулочных изделий и распределения поставок продукции
2. Оптимизация пищевого рациона и распределения поставок продукции
3. Оптимизация производства молочной продукции и распределения поставок продукции
4. Оптимизация выбора инвестиционных проектов и распределения строительных бригад по объектам
5. Оптимизация производства карамели и распределения поставок продукции
6. Оптимизация товарооборота магазина одежды и распределения поставок продукции
7. Оптимизация производства кондитерских изделий и распределения продавцов по торговым точкам
8. Оптимизация производства тканей и распределения поставок продукции
9. Оптимизация развития программных продуктов и распределения поставок продукции
10. Оптимизация производства электронных реле и распределения поставок продукции
11. Оптимизация производства мебельного комбината и распределения поставок продукции
12. Оптимизация состава производственного сырья и распределения рабочих по производственным операциям
13. Оптимизация ассортимента продукции птицефабрики и распределения поставок продукции
14. Оптимизация производства дверей и распределения поставок продукции
15. Оптимизация производства сплава и распределения аудиторов по фирмам
16. Оптимизация производства конфет и распределения поставок продукции
17. Оптимизация производства коктейлей и загрузки баржи

18. Оптимизация производства хлеба и распределения поставок топлива на АЗС

19. Оптимизация производства кожаных изделий и загрузки автомашины

### *Демонстрационный вариант теста*

1) ЗЛП называется канонической, если система ограничений состоит:

- А) и из уравнений, и неравенств;
- Б) из одних уравнений;
- В) только из неравенств.

2) Системе ограничений содержит неравенства вида " $\geq$ ", следовательно, дополнительные неотрицательные переменные необходимо вводить:

- А) со знаком "+";
- Б) со знаком "-";
- В) оба ответа верны.

3) Решение системы ограничений является допустимым, если оно содержит переменные вида:

- А)  $x_{ij} \geq 0, j = \overline{1, n}$ ;
- Б)  $x_{ij} < 0, j = \overline{1, n}$ ;
- В)  $x_{ij} > 0, j = \overline{1, n}$ .

4) Решение системы ограничений называется вырожденным, если:

- А) оно является базисным решением;
- Б) оно является допустимым базисным решением;
- В) оно является опорным планом и хотя бы одна из базисных переменных равна нулю.

5) Если при геометрическом решении ЗЛП, область допустимых решений системы ограничений представляет пустое множество, то:

- А) оптимальных решений нет;
- Б) оптимальное решение не является допустимым;
- В) оптимальное решение является вырожденным.

### *Демонстрационный вариант контрольной работы*

Предприятие выпускает продукцию четырех видов  $П1—П4$ , для изготовления которой используются ресурсы трех видов: трудовые, сырье и оборудование. Нормы расхода каждого вида ресурса на изготовление единицы каждого вида продукции приведены в табл. 1.1.

*Таблица 1.1. Нормы расхода ресурсов на выпуск единицы продукции*

Ресурс	Вид продукции				Объем ресурса
	$П1$	$П2$	$П3$	$П4$	
Трудовой	1	1	1	1	16
Сырье	6	5	4	3	110
Оборудование	4	6	10	13	100

Прибыль, получаемая от реализации единицы продукции, равна: для продукции

*П1* — 60 у. е., для *П2* — 70 у. е., для *П3* — 120 у. е. и для *П4*— 130 у. е. Определить оптимальный план производства каждого вида продукции, максимизирующий прибыль данного предприятия.

### ***Примерный перечень вопросов и заданий к экзамену***

1. Цель, задачи и основные понятия дисциплины «Методы оптимизации».
2. Примеры типовых оптимизационных задач, решаемых методами исследования операций.
3. Общая постановка задачи исследования операций.
4. Понятие экономико-математической модели. Этапы ее построения и методы решения.
5. Примеры типовых задач линейного программирования.
6. Общая постановка задачи линейного программирования.
7. Элементы линейной алгебры и геометрии выпуклых множеств.
8. Теоретические основы методов линейного программирования.
9. Свойства задач линейного программирования.
10. Геометрический метод решения задач линейного программирования.
11. Симплексный метод решения ЗЛП. Геометрическая интерпретация симплексного метода.
12. Понятие об М-методе (метод искусственного базиса).
13. Двойственные задачи. Пример двойственной задачи.
14. Экономическая интерпретация двойственной задачи об использовании ресурсов.
15. Взаимно двойственные задачи линейного программирования и их свойства.
16. Теоремы двойственности.
17. Экономико-математическая модель транспортной задачи.
18. Методы решения транспортной задачи.
19. Модели целочисленного программирования. Методы отсечения. Метод Гомори.
20. Классические методы определения экстремума.
21. Метод множителей Лагранжа.
22. Модели выпуклого программирования.
23. Общая постановка задачи динамического программирования.
24. Принцип оптимальности и уравнение Беллмана.
25. Задача о распределении средств между предприятиями.
26. Общая схема применения метода ДП.

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

а) основная литература:

1. Кремер Н. Ш. Исследование операций в экономике. – М.: Юрайт, 2017 – 448 с. <https://www.biblio-online.ru/viewer/3961E887-EEA2-4B82-9052-630B23FBEE8D#page/9>
2. Баусова З.И., Уткина Н.В., Щукина Н.Н.. Исследование математических моделей экономических систем с применением теории оптимального управления. Учебное пособие с грифом УМО / Под ред. А.П. Ремонтова – Пенза: ПГУ, 2010, – 164 с.

б) дополнительная литература:

3. Пантелеев А. В., Летова Т. А. Методы оптимизации в примерах и задачах. – М.: Лань, 2015 – 512 с.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

4. Свободно распространяемый редактор электронных таблиц Apache OpenOffice Calc.
5. Пакет прикладных математических программ SciLab.
6. Кремер Н. Ш. Исследование операций в экономике. – М.: Юрайт, 2017 – 448 с.  
<https://www.biblio-online.ru/viewer/3961E887-EEA2-4B82-9052-630B23FBEE8D#page/9>
7. Баусова З.И., Еременко А.В. Использование OpenOffice.Org Calc для решения транспортной задачи: Методические указания. – Пенза: Изд-во ПГУ, 2010.  
<http://window.edu.ru/resource/903/72903>
8. Горлач Б.А. Исследование операций. – СПб.: Издательство «Лань», 2013. – 448с.  
<https://e.lanbook.com/reader/book/4865/#2>, доступ по паролю
9. Есипов Б.А. Методы исследования операций: Учебное пособие - 2-е изд., испр. и доп. - СПб.: Издательство «Лань», 2013. – 304с.  
<https://e.lanbook.com/reader/book/68467/#4>, доступ по паролю

### **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Лекционные занятия проводятся в аудитории, оснащенной компьютерным проектором, проекционным экраном, шторами, сетью электропитания 220 В.

Лабораторные занятия проводятся в классе, оснащенном ПЭВМ с операционной системой Windows XP или старше, редакторами электронных таблиц OpenOfficeCalcCalc и MicrosoftExcel

Рабочая программа дисциплины «Методы оптимизации» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 09.05.01 «Применение и эксплуатация автоматизированных систем специального назначения».

Программу составила:

Баусова З. И., к.т.н., доцент кафедры «Информационно-вычислительные системы»



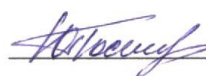
**Настоящая программа не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.**

Программа одобрена на заседании кафедры «Информационно-вычислительные системы»

Протокол № 1

от «06» 09 2016 года

Зав. кафедрой ИВС



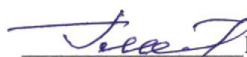
Косников Ю. Н.

Программа одобрена методической комиссией факультета вычислительной техники

Протокол № 1

от «22» 09 2016 года

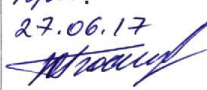
Председатель методической комиссии ФВТ



Глотова Т. В.



**Сведения о переутверждении программы на очередной учебный год и регистрации изменений**

Учебный год	Решение кафедры (№ протокола, дата, подпись зав. кафедрой)	Внесенные изменения	Номера листов (страниц)		
			замененных	новых	аннулированных
2017 2018	Реш. № 14 от 27.06.17 	Внесены изменения к информации из ЭИС и она изменяется	14		