

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования  
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова  
филиал МГУ в г. Севастополе  
факультет компьютерной математики  
кафедра прикладной математики

УТВЕРЖДЕНО  
на 2022-2023 учебный год  
Методическим советом Филиала

Протокол № 8 от «28» 06 2022 г.

Заместитель директора по учебной работе

Заведующий кафедрой



УТВЕРЖДЕНО  
на 2023-2024 учебный год  
Методическим советом Филиала  
Протокол № 9 от «28» 06 2023 г.  
Заместитель директора по учебной работе  
Заведующий кафедрой

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)  
Наименование дисциплины (модуля):

БАЗ МЕТОДЫ ОПТИМАЛЬНЫХ РЕШЕНИЙ

код и наименование дисциплины (модуля)

Уровень высшего образования:  
бакалавриат

Направление подготовки:

38.03.01 Экономика

(код и название направления/специальности)

Направленность (профиль) ОПОП:  
общий

(если дисциплина (модуль) относится к вариативной части программы)

Форма обучения

очная

очная, очно-заочная

Рабочая программа рассмотрена  
на заседании кафедры прикладной  
математики  
протокол № 2 от «10» июня 2021 г.  
Заведующий кафедрой прикладной  
математики

(подпись)

(С. И. Гуров)

Рабочая программа одобрена  
Методическим советом  
Филиала МГУ в г. Севастополе  
Протокол № 8 от «31» августа 2021 г.  
(С. А. Наличаева)  
(подпись)

Рабочая программа дисциплины (модуля) разработана в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 38.03.01 «Экономика» (уровень бакалавриата), утвержден приказом Министерства образования и науки РФ от 12 августа 2020 года № 954

Год (годы) приема на обучение с 2021

*курс – 2*

*семестр – 4*

*зачетных единиц 3*

*академических часов 48, в т.ч.:*

*лекций – 16 часов*

*практических занятий – 32 часов*

*самостоятельная работа студентов – 60 часов*

*Формы промежуточной аттестации:*

*зачет*

*Форма итоговой аттестации:*

*нет*

## 1. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

**Целью** освоения дисциплины «Методы оптимальных решений» является:

- знакомство студентов с основами математического аппарата, необходимого для решения теоретических и практических задач экономики и управления, связанных с линейным программированием;
- привить студентам навыки самостоятельного изучения математической литературы;
- развить логическое и алгоритмическое мышление;
- воспитать абстрактное мышление и умение строго излагать свои мысли.

### **Основная задача дисциплины:**

- дать фундаментальную подготовку в области математических понятий и методов, используемых в анализе экономики и управления с помощью линейных моделей;
- на примере решения задач исследования операций дать представление о методах математического моделирования в экономических исследованиях;
- достаточно полно ознакомить студентов с теорией линейного программирования;
- развить навыки построения линейных моделей, решения задач и анализа полученных результатов;
- дать студентам некоторое представление о банке наиболее распространенных математических моделей, научить их ориентироваться в этом банке моделей, чувствовать границы применимости представленных моделей и уметь применять их при поиске управленческих решений. Дать обзор смежных проблем.

## 2. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия

В 4 семестре студенты отделения экономически изучают дисциплину «Методы оптимальных решений», которая входит в блок 1 базовой части учебного плана. Основу данного курса составляет линейное программирование. Большое внимание уделяется не только подробному изучению симплексного метода, его геометрическому обоснованию и иллюстрированию, но и его экономической интерпретации. Подробно обсуждается теория двойственности, ее богатый экономический смысл, проводится анализ построенных моделей на чувствительность. В курсе изучаются также транспортная задача и ее приложения - задача о назначениях. Дается представление о методах целочисленного программирования и о сетевых моделях.

Не будет большим преувеличением утверждать, что любое математическое приложение в экономической практике на том или ином этапе сводится к решению математической задачи. Курс опирается на хорошее знание линейной алгебры и математического анализа.

## 3. Результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с требуемыми компетенциями выпускников

Планируемые результаты обучения по дисциплине:

знать:

- основные типы линейных моделей и области их применения;
- основные понятия и свойства процесса математического моделирования;
- применение математического аппарата при исследовании экономических объектов.

уметь:

- применять эти базовые знания при решении типовых задач;
- самостоятельно работать с математической литературой;

- логически и алгоритмически мыслить, строго излагая свои мысли

**владеть:**

- навыками решения задачи и интерпретации результатов в терминах линейного программирования;
- основами математического аппарата, необходимого для решения теоретических и практических задач экономики.

**4. Формат обучения контактный**

**5. Объем дисциплины (модуля) составляет 3 з.е., в том числе 48 академических часов, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем, 60 академических часов на самостоятельную работу обучающихся.**

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

**6.1. Структура дисциплины (модуля) по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий**

**4. Структура и содержание дисциплины**

Наименование разделов и тем дисциплины (модуля),  Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Номинальные трудозатраты обучающегося		Самостоятельная работа обучающегося, академические часы	Всего академических часов	Форма текущего контроля успеваемости (наименование)
	Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) Виды контактной работы, академические часы				
	Занятия лекционного типа*	Занятия семинарского типа*			
<b>Тема 1. Введение</b>	2	-	2	4	Домашнее задание/ Консультации
<b>Тема 2. Линейные модели в экономике</b>	10	16	20	40	Домашнее задание/ Консультации/ Контрольная работа №1
<b>Тема 3. Двойственность в линейном программировании, ее экономическое содержание.</b>	4	16	24	44	Домашнее задание/ Консультации /Индивидуальное задание
	16	32	52	100	
Итоговая аттестация экзамен			8		
<b>Итого</b>	<b>48</b>		<b>60</b>	<b>108</b>	

## 6.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

№ п/п	Наименование разделов (тем) дисциплины	Содержание разделов (тем) дисциплин
1.	<b>Тема 1. Введение</b>	Основы математического моделирования в экономике. Виды математических моделей при анализе проблем экономики.
2.	<b>Тема 2. Линейные модели в экономике.</b>	Линейное программирование как простейший метод оптимального распределения имеющихся ресурсов для достижения определенной цели. Двойственность в линейном программировании, ее экономическое содержание. Сбалансированная транспортная задача. Элементы целочисленного программирования. Графический метод решения задач линейного программирования. Транспортная задача. Различные формы транспортной задачи. Построение начального базисного решения методом северо-западного угла и методом минимальной стоимости. Понятие цикла. Метод потенциалов. Транспортная задача с ограничениями на пропускную способность. Решение задач линейного программирования с помощью пакета Excel – Поиск решения.
3.	<b>Тема 3. Двойственность в линейном программировании, ее экономическое содержание.</b>	Задача торга, первая и вторая теоремы двойственности, основное неравенство теории двойственности, четыре типа двойственных задач. Экономическая интерпретация теории двойственности. Решение задач линейного программирования с помощью пакета Excel – Поиск решения. Индивидуальное задание

## 7. Фонд оценочных средств (ФОС) для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

### 7.1. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля успеваемости.

#### Контрольная работа №1

#### Вариант 1

1. Найдите все значения  $x$  и  $y$ , при которых  $z = 2x + 3y \rightarrow \max$ .

$$\begin{cases} x - 2y + 1 \leq 0, \\ 4x + y - 14 \geq 0, \\ 2x + 5y - 34 \leq 0, \\ x \geq 0, \quad y \geq 0, \end{cases}$$

2. Решите транспортную задачу: имеются три склада с количеством товара  $A_1=350$ ,  $A_2=300$  и  $A_3=350$ , соответственно, и пять потребителей с запросами  $B_1=160$ ,  $B_2=160$ ,  $B_3=180$ ,  $B_4=220$  и  $B_5=280$ , соответственно. Известны затраты на перевозку единицы груза  $c_{ij}$  от  $i$ -го склада  $j$ -ому потребителю:  $c_{11}=6$ ,  $c_{12}=11$ ,  $c_{13}=10$ ,  $c_{14}=14$ ,  $c_{15}=18$ ,  $c_{21}=17$ ,  $c_{22}=6$ ,  $c_{23}=4$ ,  $c_{24}=11$ ,  $c_{25}=9$ ,  $c_{31}=12$ ,  $c_{32}=8$ ,  $c_{33}=9$ ,  $c_{34}=10$  и  $c_{35}=13$ , соответственно. Найдите план доставки груза от каждого склада каждому потребителю, удовлетворяющий следующим условиям: с каждого склада товар вывозится полностью; запросы каждого поставщика должны быть удовлетворены полностью; затраты на перевозку груза должны быть минимальными.

3. Для данной задачи составить двойственную, решить ее симплексным методом и найти решение исходной задачи, используя: а) симплексную таблицу; б) первую теорему двойственности.

$$z(x) = x_1 + 4x_2 + x_3 \rightarrow \max,$$

$$\begin{cases} -x_1 + 2x_2 + x_3 = 4 \\ 3x_1 + x_2 + 2x_3 \leq 9 \\ 2x_1 + 3x_2 + x_3 \geq 6 \\ x_j \geq 0, j = \overline{1;3} \end{cases}$$

4. Для задачи

$$z(x) = 2x_1 + 8x_2 + 3x_3 + 4x_4 \rightarrow \min,$$

$$\begin{cases} 13x_1 - 3x_2 + 2x_3 - 7x_4 = 8 \\ -7x_1 + 2x_2 - x_3 + 4x_4 = -2 \\ x_j \geq 0, j = \overline{1;4} \end{cases}$$

составить двойственную, решить ее графическим методом и, используя вторую теорему двойственности, найти решение исходной задачи

## Вариант 2

1. Найдите все значения  $x$  и  $y$ , при которых  $z = 3x + 2y \rightarrow \min$ .

$$\begin{cases} x - 2y + 3 \leq 0, \\ 4x + y - 15 \geq 0, \\ 2x + 5y - 39 \leq 0, \\ x \geq 0, \quad y \geq 0, \end{cases}$$

3. Решите транспортную задачу: имеются три склада с количеством товара  $A_1=7$ ,  $A_2=13$  и  $A_3=20$ , соответственно, и пять потребителей с запросами  $B_1=10$ ,  $B_2=10$ ,  $B_3=5$ ,  $B_4=8$  и  $B_5=7$ , соответственно. Известны затраты на перевозку единицы груза  $c_{ij}$  от  $i$ -го склада  $j$ -ому потребителю:  $c_{11}=4$ ,  $c_{12}=6$ ,  $c_{13}=8$ ,  $c_{14}=3$ ,  $c_{15}=2$ ,  $c_{21}=5$ ,  $c_{22}=3$ ,  $c_{23}=4$ ,  $c_{24}=6$ ,  $c_{25}=4$ ,  $c_{31}=3$ ,  $c_{32}=2$ ,  $c_{33}=5$ ,  $c_{34}=7$  и  $c_{35}=5$ , соответственно. Найдите план доставки груза от каждого склада каждому потребителю, удовлетворяющий следующим условиям: с каждого склада товар вывозится полностью; запросы каждого поставщика должны быть удовлетворены полностью; затраты на перевозку груза должны быть минимальными.

1. Для данной задачи составить двойственную, решить ее симплексным методом и найти решение исходной задачи, используя: а) симплексную таблицу; б) первую теорему двойственности.

$$z(x) = 2x_1 + 4x_2 - x_3 \rightarrow \min,$$

$$\begin{cases} 2x_1 + x_2 - x_3 \geq 5 \\ x_1 + 2x_2 + x_3 \leq 7 \\ x_1 - x_2 + 2x_3 = 1 \\ x_j \geq 0, j = \overline{1;3} \end{cases}$$

2. Для задачи

$$z(x) = 2x_1 + 3x_2 - x_3 + 4x_4 \rightarrow \min,$$

$$\begin{cases} 2x_1 + 3x_2 + 7x_4 = 21 \\ -x_1 - 2x_2 + x_3 - 5x_4 = -12 \\ x_j \geq 0, j = \overline{1;4} \end{cases}$$

составить двойственную, решить ее графическим методом и, используя вторую теорему двойственности, найти решение исходной задачи.

### Вариант 3

1. Найдите все значения  $x$  и  $y$ , при которых  $z = 2x + 5y \rightarrow \max$ . Система ограничений

$$\begin{cases} 5x - 2y - 19 \leq 0, \\ x + 3y - 29 \geq 0, \\ x - 5y + 33 \geq 0, \\ x \geq 0, \quad y \geq 0, \end{cases}$$

2. Решить транспортную задачу методом потенциалов: имеются три склада с количеством товара  $A_1=300$ ,  $A_2=200$  и  $A_3=500$ , соответственно, и четыре потребителя с запросами  $B_1=300$ ,  $B_2=300$ ,  $B_3=400$ ,  $B_4=300$ , соответственно. Известны затраты на перевозку единицы груза  $c_{ij}$  от  $i$ -го склада  $j$ -ому потребителю:  $c_{11}=2$ ,  $c_{12}=9$ ,  $c_{13}=10$ ,  $c_{14}=2$ ,  $c_{21}=2$ ,  $c_{22}=11$ ,  $c_{23}=13$ ,  $c_{24}=3$ ,  $c_{31}=4$ ,  $c_{32}=10$ ,  $c_{33}=12$ ,  $c_{34}=10$ , соответственно. Найдите план доставки груза от каждого склада каждому потребителю, удовлетворяющий следующим условиям: с каждого склада товар вывозится полностью; запросы каждого поставщика должны быть удовлетворены полностью; затраты на перевозку груза должны быть минимальными.

3. Для данной задачи составить двойственную, решить ее симплексным методом и найти решение исходной задачи, используя: а) симплексную таблицу; б) первую теорему двойственности.

$$z(x) = x_1 - x_2 + x_3 \rightarrow \max,$$

$$\begin{cases} 4x_1 + 2x_2 + x_3 \geq 6 \\ -x_1 + x_2 + x_3 = 1 \\ x_1 - x_2 + 4x_3 \leq 24 \\ x_j \geq 0, j = \overline{1;3} \end{cases}$$

4. Для задачи

$$z(x) = 4x_1 + 13x_2 + 3x_3 + 6x_4 \rightarrow \min,$$

$$\begin{cases} -5x_1 + 3x_2 - x_3 + 2x_4 = -1 \\ 9x_1 - 4x_2 + 2x_3 - 3x_4 = 6 \\ x_j \geq 0, j = \overline{1;4} \end{cases}$$

составить двойственную, решить ее графическим методом и, используя вторую теорему двойственности, найти решение исходной задачи.

## 7.2. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения промежуточной аттестации.

### ИНДИВИДУАЛЬНАЯ РАСЧЕТНАЯ РАБОТА В EXCEL

#### Вариант 1

1. Телевизионная компания производит два вида телевизоров – «Sony» и «Panasonic». Имеются две производственные линии, каждая для своего типа телевизоров. Мощность линии по производству «Sony» составляет 70 телевизоров в день, а «Panasonic» - 50 единиц в день. Цех А производит телевизионные трубки. В этом цехе на производство одной трубки к телевизору «Sony» требуется потратить 1,8 человеко-часов, а на производство трубки «Panasonic» - 1,2 человеко-часа.

В настоящее время в цехе А на производство трубок к обеим маркам телевизоров может быть затрачено не более 120 человек в день. В цехе Б производятся шасси. В этом цехе на производство одной единицы шасси как к телевизору «Sony», так и «Panasonic» требуется затратить 1 человеко-час. В цехе Б на производство шасси к обеим маркам телевизоров может быть затрачено не более 90 человеко-часов.

Продажа каждого телевизора марки «Sony» обеспечивает получение прибыли в размере 150 у.е., а марки «Panasonic» - 200 у.е.

Определите ежедневный объем производства компании каждой модели телевизоров, обеспечивающий максимальную прибыль компании.

2. Фермер закупает корма трех видов. Цены на корма разные. В кормах содержатся питательные вещества четырех видов. Требуется так составить кормовой рацион, чтобы в нем содержалось необходимое количество питательных веществ и затраты на покупку кормов были минимальными. Данные приводятся в таблице:

Питательные вещества, кг/т	Виды кормов			Нормы содержания питательных веществ в рационе, кг
	B1	B2	B3	
A1	2	4	6	Не менее 20
A2	3	1	0	Ровно 4,28
A3	5	8	3	Не менее 25, не более 35
A4	2	0	4	Не менее 40
Цена за 1 т корма, грн	400	200	300	

3. В обработку поступили две партии прутков для изготовления комплектов из трех деталей. Первая партия содержит 50 прутков длиной 6,5м, вторая – 200 прутков длиной 4м. Каждый комплект состоит из двух деталей по 2 м и одной детали по 1,25м. Вырезать прутки таким образом, чтобы получить максимальное число комплектов.

#### Вариант 2

1. Чулочно-носочная фирма производит и продает два вида товаров. Фирма получает прибыль в размере 12 грн. от производства и продажи каждой единицы товара 1 и в размере 4 грн. от производства и продажи каждой единицы товара 2. Фирма из трех подразделений. Затраты труда (человеко-дни) на производство этих товаров в каждом из подразделений приведены в таблице

Подразделение	Трудозатраты чел-дн на 1 шт	
	Товар 1	Товар 2



1	1	2
2	1	3
3	2	3

Руководство рассчитало, что в следующем месяце фирма будет располагать следующими возможностями обеспечения производства трудозатратами: 800 чел-дн в подразделении 1, 600 – в подразделении 2 и 2000 – в подразделении 3.

Определите оптимальные объемы производства каждого товара, обеспечивающие максимальную прибыль.

2. «Южная алкогольная компания» импортирует смеси трех сортов виски – ирландского, шотландского и канадского. Смешивают их согласно рецептам, устанавливающим максимум или минимум процентного содержания ирландского и канадского виски в каждой смеси. Компания стремится к получению максимальной прибыли ежедневно. Инструкция по составлению смесей приведена в таблице

Смесь	спецификация	Цена за 1 л смеси, грн
«Старый Джек»	Не меньше, чем 60% ирландского Не больше, чем 20% канадского	68
«Специальное»	Не больше, чем 60% канадского Не меньше, чем 60% ирландского	57
«Юный Френзи»	На больше, чем 50% канадского	45

Запасы трех основных видов виски и их стоимость показаны ниже:

Сорт виски	Наличие, л/день	Стоимость Грн/л
Ирландское	2000	70
Шотландское	2500	50
канадское	1200	40

Определите рецепты смешения ингредиентов для производства вин, обеспечивающие компании максимальную прибыль.

3. Из листов материала размером 6\*13 необходимо получить заготовки двух типов: типа А размером 4\*6м – 800 штук и типа В размером 2\*3 в количестве 400 штук. Составить план раскроя, при котором суммарные отходы были бы минимальными.

### Вариант 3

1. Мастер Гамбс – владелец небольшого мебельного цеха. Он производит три типа столов А, В, С. Каждая модель стола требует определенных затрат времени на выполнение трех операций: производство заготовок, сбора заготовок и покраски. Мастер имеет возможность продать все столы, которые он производит. Более того, модель В может быть продана и без покраски.

Мастер Гамбс нанимает несколько рабочих, которые работают у него по совместительству, так что количество человек, отводимое на каждый вид работ изменяется от месяца к месяцу.

Используйте данные таблицы и постройте математическую модель задачи, которая помогла бы мастеру найти такую программу выпуска продукции, которая максимизировала бы его прибыль в следующем месяце. Предполагается, что по каждому виду работ возможны трудозатраты до 100 чел-ч.

модель	Заготовка, чел-дн	Сборка, чел-дн	Покраска, чел-дн	Прибыль, тыс.у.е./шт
А	3	4	5	25
В	1	2	5	20

С	4	5	4	50
Неокрашенные В	4	5	0	30

Какова максимальная прибыль?

2. Мощности завода по производству удобрений позволяют произвести в текущем месяце 1000т нитратов, 1800т фосфатов и 1200 т поташа. В результате смешения этих активных ингредиентов с инертными, запасы которых не ограничены, могут быть получены три типа удобрений. В таблице указано содержание активных ингредиентов (нитратов, фосфатов и поташа) в смеси

Тип удобрений	Процентное содержание активных ингредиентов			Цена грн/т
	нитраты	фосфаты	поташ	
1	5	10	5	40
2	5	10	10	50
3	10	10	10	60
Цена, грн/т	160	40	100	

Цена инертных ингредиентов составляет 5 грн/т.

Затраты смешения, упаковки и продажи составляют 15 грн/т для каждого типа удобрений. Существует соглашение о поставке 6000 т удобрений типа 1.

Сколько удобрений каждого вида следует производить и какова при этом будет максимальная прибыль?

3. Из рулона газетной бумаги шириной 100см необходимо вырезать полосы шириной 32, 30, 24 и 16см и длиной по 100см. Потребность в них составляет соответственно 782, 624, 142 и 828 полос. Определить план раскроя с условием минимизации отходов.

### ВОПРОСЫ

Курс носит практический характер. На экзамене студенту дается карточка с задачами и предлагается ответить на один из следующих вопросов:

1. Постановка задачи линейного программирования на примере производственной задачи.
2. Постановка задачи линейного программирования на примере задачи использования сырья или задачи о диете.
3. Постановка задачи линейного программирования на примере транспортной задачи.
4. Векторы и операции над ними. Линейная зависимость и независимость системы векторов.
5. Основные понятия линейного программирования: целевая функция, основные и дополнительные ограничения, допустимый и оптимальный планы, область допустимых решений.

6. Алгоритм решения ЗЛП, заданной в симметричной форме, в случае двух переменных.
7. Геометрическая и экономическая интерпретация задачи линейного программирования.
8. Алгоритм симплекс-метода решения задачи линейного программирования.
9. Экономико-математическая модель транспортной задачи. Метод северо-западного угла для построения первоначального опорного плана транспортной задачи.
10. Экономико-математическая модель транспортной задачи. Метод потенциалов для построения первоначального опорного плана транспортной задачи.
11. Двойственная задача и ее экономический смысл. Правило составления двойственной задачи. Первая теорема двойственности и ее экономическая интерпретация.
12. Двойственная задача и ее экономический смысл. Правило составления двойственной задачи. Вторая теорема двойственности и ее экономическая интерпретация.
13. Двойственная задача и ее экономический смысл. Правило составления двойственной задачи. Основное неравенство теории двойственности и ее экономическая интерпретация.

Общая оценка успеваемости студента по предмету выставляется за совокупный результат:

вид работы	максимальное количество баллов
Активность на лекциях, семинарах, выполнение домашнего задания.	35
Защита индивидуальных заданий.	35
Контрольная работа	30

Максимально возможная сумма баллов, набираемых студентом в течение семестра, составляет - 100 баллов. Соответствие между количеством выбранных баллов и оценкой представлено в следующей таблице:

Оценка	Набранные баллы
Неудовлетворительно	0-49
Удовлетворительно	50-64
Хорошо	65-80
Отлично	81-100

<b>ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ результатов обучения (РО) по дисциплине (модулю)</b>				
Оценка	2	3	4	5
РО и соответствующие виды оценочных средств				

<b>Знания</b> (устный опрос, домашнее задание, контрольная работа, индивидуальное задание.)	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания
<b>Умения</b> (устный опрос, домашнее задание, контрольная работа, индивидуальное задание.)	Отсутствие умений	В целом успешное, но не систематическое умение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности не принципиального характера)	Успешное и систематическое умение
<b>Навыки (владения, опыт деятельности)</b> (, домашнее задание, контрольная работа, индивидуальное задание п.)	Отсутствие навыков (владений, опыта)	Наличие отдельных навыков (наличие фрагментарного опыта)	В целом, сформированные навыки (владения), но используемые не в активной форме	Сформированные навыки (владения), применяемые при решении задач

## 8. Ресурсное обеспечение:

### – Перечень основной и дополнительной литературы

#### основная литература:

1. Бурков В.Н., Ириков В.А. Модели и методы управления организационными системами. М., Наука. 1994.
2. Исследование операций: в 2-х томах./Под ред. Дж. Моудера, С. Эжиаграби. М., Мир 1988.
3. Новые области применения математики. Под ред. Дж. Лайтхилла. Минск, Высшая школа 1981.
4. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. М., Радио и связь, 1993.
5. Шикин Е.В., Чхартишвили А.Г. Математические методы и модели в управлении. М.: изд-во «Дело», 2008.

#### Дополнительная литература:

1. Исследование операций: в 2-х томах./Под ред. Дж. Моудера, С. Эжиаграби. М., Мир 1988.
2. Математические методы в экономике. Под ред. д.э.к. А.В.Сидоровича. Москва: Дело и Сервис, 2004.

### – Перечень лицензионного программного обеспечения (при необходимости);

#### Программное обеспечение компьютерного класса

Операционная система Windows 8.1 Professional (22 шт.), MicrosoftOfficeProfessionalplus 2013 (22 шт.), Dr. WebSecuritySpace (22 шт.), MicrosoftVisualStudio 2012 Ultimate (21 шт.), 7-Zip 9.20 (21 шт.), AdobeReader XI (21 шт.), CCleanerFree v5.62.7538 (64-bit) (21 шт.), Far (21 шт.), FreePascal 2.6.4 (21 шт.), FreeDOS (21 шт.), GoogleChrome (21 шт.), Gretl 1.9.92 (21 шт.), JavaEclipse (21 шт.), Masm (21 шт.), R-3.6.1-win (21 шт.), RamusEducational 1.1.1 (21 шт.), RStudio-1.1.383 (21 шт.), Turbo C++ 4.0 (21 шт.), WinDjView 2.1 (21 шт.), WinSCP 5.5.5 (21 шт.), Yandex

### – Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем;

<https://isu.bibliotech.ru/>  
<http://e.lanbook.com>  
<http://rucont.ru/>  
<http://ibooks.ru/>  
<http://e-library.ru/>  
<http://educa.isu.ru/>

### – Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

[www.prenhall.com/weiss](http://www.prenhall.com/weiss)

#### Описание материально-технического обеспечения.

- **Учебный кабинет №144**, (58,22 м<sup>2</sup>)
- Учебных столов – 15 шт., стульев – 31 шт.,
- 3-х створчатая доска для мела – 1 шт.,
- Стационарный экран для проектора – 1 шт.
- Стол для преподавателя – 1 шт.
- Экран настенный для видео информирования (телевизор) – 1 шт.,
- **Компьютерный класс общего назначения № 349** (103,94 кв. м).
- Экран настенный для проектора 180x180 (1 шт.); доска маркерная настенная 2000x100 (1 шт.); шкаф для учебных пособий 1226x445x2035, шкаф для учебных пособий 1226x445x2035 (1 шт.); стол большой для преподавателя (1 шт.), стол компьютерный для преподавателя 1500x2000x750 (1 шт.), кресло преподавателя (1 шт.), стол для компьютера 1200x1500x750 (20 шт.), стул подъемно-поворотный (20 шт.), стул полумягкий (7 шт.), вешалка настенная (1 шт.), шкаф для документов металлический (1 шт.), блок шкафов 2400x400x1900 (3 секции) (1 шт.), шкаф (1 секция от 5-ти секционного) (1 шт.), стол компьютерный для преподавателя 1500x2000x750 (1 шт.), стол для проектора 500x650x700 (1 шт.), стол рабочий для специалиста 1300x600x750 (2 шт.), кресло преподавателя (1 шт.).
- **Компьютерная техника и оргтехника**
- Коммутационный шкаф: SuperStackHUB 24 ports (1 шт.); SuperStackHUB 24 ports (1 шт.); принтер HPLaserJetP1005 (1 шт.); сканер планшетный HP Scanjet 3500c (1 шт.);
- компьютерные комплекты (22 компл.): Монитор Acer 21.5" G226HQL, 8ms, 1920\*1080, (16\*9), VGA; Системный блок: процессор Intel(R)\_Core(TM)\_i3-3240\_CPU\_3.40GHz, материнская плата MSI B75MA-E33, оперативная память DDR3 4.00 Гб DVD-дисковод ATAPI iHAS122 W, жесткий диск TOSHIBA DT01ACA050 1Tb, звуковая карта RealtekHighDefinitionAudio (встроенная) видеокарта: Intel(R) HD Graphics (встроенная), сетевая карта RealtekPCIe GBE FamilyController (встроенная), мышь Genius, клавиатура Genius).

**9. Соответствие результатов обучения по данному элементу ОПОП результатам освоения ОПОП указано в общей характеристике ОПОП.**

**10. Язык преподавания-** русский язык.

**11. Преподаватели.**

*Доцент кафедры прикладной математики Шпырко О.А.*

*Старший преподаватель кафедры программирования Лактионова Н.В.*

**12. Автор (авторы) программы.**

*Доцент кафедры прикладной математики Шпырко О.А.*