

АНО ВО «Межрегиональный открытый социальный институт»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета экономики и  
информационной безопасности

Т.А. Сафина

Протокол заседания Совета факультета

№ 1 « 1 » сентября 2017 г.

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой информационной  
безопасности

Т.М. Гусакова

Протокол заседания кафедры

№ 1 « 01 » сентября 2017 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

по дисциплине

Методы оптимальных решений

(наименование)

образовательная программа

38.03.01 Экономика «Финансы и кредит»

форма обучения

очная, заочная

ПРОГРАММА РАЗРАБОТАНА

старший преподаватель

Сивандаев С.В.

(должность, Ф. И. О., ученая степень,  
звание автора(ов) программы)

Йошкар-Ола, 2017

## Содержание

1. Пояснительная записка.....	3
2. Структура и содержания дисциплины .....	8
3. Оценочные средства и методические рекомендации по проведению промежуточной аттестации .....	30
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.....	38
5. Материально-техническое обеспечение дисциплины .....	40
6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины .....	41

## 1. Пояснительная записка

### Цель изучения дисциплины:

формирование базовой системы знаний, умений и навыков, обеспечивающей способность выбора инструментальных средств обработки экономических данных в соответствии с поставленной задачей повышения эффективности экономических решений, адекватной постановки оптимизационных экономических задач, подбора методов отыскания их решений, численной реализации выбранных алгоритмов решений, обоснования полученных результатов и их анализа.

### Место дисциплины в учебном плане:

Предлагаемый курс относится к дисциплинам базовой части образовательной программы 38.03.01 Экономика. Финансы и кредит.

**Дисциплина «Методы оптимальных решений» обеспечивает овладение следующими компетенциями:**

продолжает формирование общепрофессиональной компетенции:

способность выбрать инструментальные средства для обработки экономических данных в соответствии с поставленной задачей, проанализировать результаты расчетов и обосновать полученные выводы (ОПК-3) – 3/2 этап;

### Этапы формирования компетенции

(очная форма обучения)

Код компетенции	Формулировка компетенции	Учебная дисциплина	Семестр	Этап
ОПК-3	способностью выбрать инструментальные средства для обработки экономических данных в соответствии с поставленной задачей, проанализировать результаты расчетов и обосновать полученные выводы	Финансовые вычисления	3	1
		Эконометрика	4	2
		Статистика	4	2
		Методы оптимальных решений	5	3
		Методы моделирования и прогнозирования в экономике	4	2
		Автоматизация бухгалтерского учета (1С: Бухгалтерия )	6	4

		Производственная практика (практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности)	7	5
		Производственная практика (преддипломная)	8	6
		Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты		

### Этапы формирования компетенции

(заочная форма обучения)

Код компетенции	Формулировка компетенции	Учебная дисциплина	Семестр	Этап
ОПК-3	способностью выбрать инструментальные средства для обработки экономических данных в соответствии с поставленной задачей, проанализировать результаты расчетов и обосновать полученные выводы	Финансовые вычисления	3	1
		Эконометрика	4	2
		Статистика	4	2
		Методы оптимальных решений	4	2
		Методы моделирования и прогнозирования в экономике	7	3
		Автоматизация бухгалтерского учета (1С: Бухгалтерия )	8	4
		Производственная практика	8	4

		(практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности)		
		Производственная практика (преддипломная)	10	5
		Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты		

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен:**

ОПК-3	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- постановки типовых экономических задач, для решения и анализа которых применяются методы оптимизации;</li><li>- теоретические основы и алгоритмы практической реализации методов оптимизации.</li></ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- формулировать оптимизационные математические модели адекватные соответствующим экономическим задачам;</li><li>- подбирать необходимый для их решения и анализа математический инструментарий;</li><li>- численно реализовывать алгоритмы решений типовых оптимизационных задач, анализировать полученные результаты и обосновывать на их основе управленческие решения в экономике.</li></ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- навыками практического применения методов оптимизации для нахождения решений экономических оптимизационных задач и их анализа, а также обоснования на их основе эффективных управленческих решений.</li></ul>
-------	--

**Формы текущего контроля успеваемости студентов:** устный опрос; доклад; практические задания.

**Формы промежуточной аттестации:** зачет

## 2. Структура и содержания дисциплины

Трудоемкость 3 зачетные единицы, 108 часа, из них:

очная форма обучения: 20 лекционных, 34 практических занятий, 54 часа самостоятельной работы.

заочная форма обучения: 4 лекционных, 6 практических занятий, 94 часа самостоятельной работы, 4 часа контроль.

### 2.1. Тематический план учебной дисциплины (очная форма обучения)

№ п/п раздела	Наименование разделов и тем	Количество часов по учебному плану				
		Всего	Виды учебной работы			
			Аудиторная работа			Самостоятельная работа
		Лекции	Практические (семинарские) занятия	Лабораторные занятия		
1	2	3	4	5	6	7
1	Тема 1. Математические методы оптимизации в принятии решений.	6	-	2	-	4
2	Тема 2. Линейные оптимизационные модели.	10	2	4	-	4
3	Тема 3. Линейное программирование.	8	2	2	-	4
4	Тема 4. Решение задач линейного программирования в пакете Microsoft Excel.	10	2	4	-	4
5	Тема 5. Задачи целочисленного программирования.	8	2	2	-	4
6	Тема 6. Оптимальное решение в транспортных задачах.	10	-	4	-	6
7	Тема 7. Задачи распределительного типа, задачи о назначениях.	8	2	2	-	4
8	Тема 8. Общая задача нелинейного программирования.	8	2	2	-	4
9	Тема 9. Выпуклая задача нелинейного программирования.	8	-	4	-	4
10	Тема 10. Задачи динамического программирования в экономике.	8	2	2	-	4
11	Тема 11. Выбор решения в условиях неопределенности и риска.	8	2	2	-	4
12	Тема 12. Многокритериальная оптимизация.	8	2	2	-	4
13	Тема 13. Метод экспертных оценок.	8	2	2	-	4
	<b>ИТОГО</b>	<b>108</b>	<b>20</b>	<b>34</b>	<b>-</b>	<b>54</b>



## (заочная форма обучения)

№ п/п раздела	Наименование разделов и тем	Количество часов по учебному плану				
		Всего	Виды учебной работы			
			Аудиторная работа			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические (семинарские) занятия	Лабораторные занятия	
1	2	3	4	5	6	7
1	Тема 1. Математические методы оптимизации в принятии решений.	10	-	2	-	8
2	Тема 2. Линейные оптимизационные модели.	12	2	2	-	8
3	Тема 3. Линейное программирование.	10	2	2	-	6
4	Тема 4. Решение задач линейного программирования в пакете Microsoft Excel.	8	-	-	-	8
5	Тема 5. Задачи целочисленного программирования.	8	-	-	-	8
6	Тема 6. Оптимальное решение в транспортных задачах.	6	-	-	-	6
7	Тема 7. Задачи распределительного типа, задачи о назначениях.	8	-	-	-	8
8	Тема 8. Общая задача нелинейного программирования.	8	-	-	-	8
9	Тема 9. Выпуклая задача нелинейного программирования.	8	-	-	-	8
10	Тема 10. Задачи динамического программирования в экономике.	8	-	-	-	8
11	Тема 11. Выбор решения в условиях неопределенности и риска.	8	-	-	-	8
12	Тема 12. Многокритериальная оптимизация.	6	-	-	-	6
13	Тема 13. Метод экспертных оценок.	4	-	-	-	4
	<b>ИТОГО</b>	<b>104</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>-</b>	<b>94</b>

## 2.2. Тематический план лекций:

№ п/п раздела	Наименование разделов и тем	Количество часов очная форма обучения/заочная форма обучения
1	2	3
1	Тема 1. Математические методы оптимизации в принятии решений.	-/-
2	Тема 2. Линейные оптимизационные модели.	2/2
3	Тема 3. Линейное программирование.	2/2
4	Тема 4. Решение задач линейного программирования в пакете Microsoft Excel.	2/-
5	Тема 5. Задачи целочисленного программирования.	2/-
6	Тема 6. Оптимальное решение в транспортных задачах.	-/-
7	Тема 7. Задачи распределительного типа, задачи о назначениях.	2/-
8	Тема 8. Общая задача нелинейного программирования.	2/-
9	Тема 9. Выпуклая задача нелинейного программирования.	-/-
10	Тема 10. Задачи динамического программирования в экономике.	2/-
11	Тема 11. Выбор решения в условиях неопределенности и риска.	2/-
12	Тема 12. Многокритериальная оптимизация.	2/-
13	Тема 13. Метод экспертных оценок.	2/-
	<b>ИТОГО</b>	<b>20/4</b>

### Содержание лекционных занятий

#### Тема 2. Линейные оптимизационные модели.

**План:**

1. Линейные методы оптимального управления.
2. Графический метод решения задачи линейного программирования.

#### Тема 3. Линейное программирование.

**План:**

1. Общая постановка задачи линейного программирования.
2. Симплексный метод решения задачи линейного программирования.
3. Теория двойственности.
4. Решение оптимальных задач методами линейного программирования.

#### Тема 4. Решение задач линейного программирования в пакете Microsoft Excel.

**План:**

1. Решение задач линейного программирования в пакете Microsoft Excel с помощью надстройки «Поиск решения».

#### Тема 5. Задачи целочисленного программирования.

**План:**

1. Методы решения в целочисленном программировании.
2. Решение целочисленных задач управления в пакете Microsoft Excel с помощью надстройки «Поиск решения».

#### **Тема 7. Задачи распределительного типа, задачи о назначениях.**

##### **План:**

1. Задачи о назначениях.
2. Венгерский метод решения.

#### **Тема 8. Общая задача нелинейного программирования.**

##### **План:**

1. Задача нелинейного программирования.
2. Классическая задача условной оптимизации.
3. Условия Куна-Таккера. Функция Лагранжа и седловая точка.
4. Достаточные условия оптимальности.
5. Градиентные методы в задаче безусловной оптимизации.

#### **Тема 10. Задачи динамического программирования в экономике.**

##### **План:**

1. Сети. Дерево решений. Задачи о кратчайшем маршруте и критическом пути.
2. Решение задач управления методами динамического программирования.

#### **Тема 11. Выбор решения в условиях неопределенности и риска.**

##### **План:**

1. Задача выбора решений в условиях неопределенности.
2. Матрица риска.
3. Критерии выбора решений: принцип гарантированного результата, критерий максимакса, критерий Гурвица, критерий Сэвиджа.
4. Принятие решений при случайных параметрах.

#### **Тема 12. Многокритериальная оптимизация.**

##### **План:**

1. Постановка задачи многокритериальной оптимизации. Оптимальность по Парето. Субоптимизация. Лексикографическая оптимизация.
2. Свертка критериев. Метод идеальной точки. Метод последовательных уступок.

#### **Тема 13. Метод экспертных оценок.**

##### **План:**

1. Получение экспертных оценок. Понятие шкалы.
2. Способы измерения объектов. Метод Дельфи.
3. Оценка согласованности между 11 ранжировками экспертов с помощью коэффициента ранговой корреляции и коэффициента конкордации.

#### **Основная литература**

1. Математические методы и модели исследования операций: учебник / под ред. В.А. Колемаева. - Москва : Юнити-Дана, 2015. - 592 с. : ил., табл., граф. [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=114719> (Электронная библиотечная система «Университетская библиотека ONLINE»)

#### **Дополнительная литература**

1. Аксентьев, В.А. Методы оптимальных решений: сборник задач / В.А. Аксентьев. - Изд. 3-е, стер. - Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2017. - 445 с. : ил., табл. - Библиогр. в

кн. [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=480958> (Электронная библиотечная система «Университетская библиотека ONLINE»)

2. Денисова, С.Т. Методы оптимальных решений : практикум / С.Т. Денисова, Р.М. Безбородникова, Т.А. Зеленина ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Кафедра математических методов и моделей в экономике. - Оренбург : Оренбургский государственный университет, 2015. - 197 с. : табл., схемы, граф. - Библиогр.: с. 195. [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=364820> (Электронная библиотечная система «Университетская библиотека ONLINE»)

3. Математические методы и модели исследования операций: учебник / под ред. В.А. Колемаева. - Москва : Юнити-Дана, 2015. - 592 с. : ил., табл., граф. [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=114719> (Электронная библиотечная система «Университетская библиотека ONLINE»)

4. Методы принятия оптимальных решений : учебное пособие / Р.М. Безбородникова, С.Т. Денисова, Т.А. Зеленина и др. ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Оренбургский Государственный Университет ; под ред. А.Г. Реннера. - Оренбург: ОГУ, 2016. - Ч. 1. - 245 с. : ил., схем., табл. - Библиогр.: с. 220-222. - ISBN 978-5-7410-1562-9; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=469360> (Электронная библиотечная система «Университетская библиотека ONLINE»)

5. Министерство образования и науки Российской Федерации, Оренбургский Государственный Университет ; под ред. А.Г. Реннера. - Оренбург : ОГУ, 2016. - Ч. 1. - 245 с. : ил., схем., табл. - Библиогр.: с. 220-222. - ISBN 978-5-7410-1562-9; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=469360> (Электронная библиотечная система «Университетская библиотека ONLINE»)

#### **Информационно-**

#### **справочные системы, профессиональные базы данных и интернет-ресурсы**

1. Сайт: Matlab.Exponenta [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://matlab.exponenta.ru/optimiz/book\\_2/1.php](http://matlab.exponenta.ru/optimiz/book_2/1.php) (содержит характеристика методов решения задач оптимизации)

2. Сайт: Высшая математика [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.mathelp.spb.ru/applet/SimplexTool.htm> (содержит симплекс-метод. программной реализации на языке Java)

3. Сайт: AUP.RU [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.aup.ru/books/i008.htm> (содержит электронные книги по экономико-математическим методам и моделям)

4. Сайт: eusi.ru [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.eusi.ru/umk/vzfei\\_ekonomiko\\_matematicheskie\\_metody\\_i/index.shtml](http://www.eusi.ru/umk/vzfei_ekonomiko_matematicheskie_metody_i/index.shtml) (содержит экономико-математические методы и прикладные модели)

5. Профессиональная база данных по экономике [Электронный ресурс]. - Режим доступа: [http://sophist.hse.ru/data\\_access.shtml](http://sophist.hse.ru/data_access.shtml)

6. Профессиональная база данных по экономике [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.gks.ru/>

7. СПС «Консультант Плюс», СПС «Гарант» (договор о сотрудничестве от 23.09.2013 г. с ЗАО «Компьютерные технологии» (ПС Гарант)), регистрационный лист зарегистрированного пользователя ЭПС «Система ГАРАНТ» от 16.02.2012 г. №12-40272-000944; договоры с ООО «КонсультантПлюс Марий Эл» №2017-СВ-4 от 28.12.2016 г.

## 2.2. Тематический план практических (семинарских) занятий

№ п/п раздела	Наименование разделов и тем	Количество часов очная форма обучения/заочная форма обучения
1	2	3
1	Тема 1. Математические методы оптимизации в принятии решений.	2/2
2	Тема 2. Линейные оптимизационные модели.	4/2
3	Тема 3. Линейное программирование.	2/2
4	Тема 4. Решение задач линейного программирования в пакете Microsoft Excel.	4/-
5	Тема 5. Задачи целочисленного программирования.	2/-
6	Тема 6. Оптимальное решение в транспортных задачах.	4/-
7	Тема 7. Задачи распределительного типа, задачи о назначениях.	2/-
8	Тема 8. Общая задача нелинейного программирования.	2/-
9	Тема 9. Выпуклая задача нелинейного программирования.	4/-
10	Тема 10. Задачи динамического программирования в экономике.	2/-
11	Тема 11. Выбор решения в условиях неопределенности и риска.	2/-
12	Тема 12. Многокритериальная оптимизация.	2/-
13	Тема 13. Метод экспертных оценок.	2/-
	ИТОГО	34/6

### Содержание практических занятий

#### Тема 1. Математические методы оптимизации в принятии решений.

##### План:

1. Математические модели в экономике.
2. Теория оптимизации и методы выбора экономических решений.
3. Основные понятия о статической задаче оптимизации.

#### Практические задания

**Задание 1.** Решите задачу линейного программирования графическим методом

$$\begin{cases} f(x) = x_1 + 2x_2 \rightarrow \min, \max & (0) \\ x_1 + x_2 \geq 1 & (1) \\ 2x_1 - x_2 \geq -1 & (2) \\ x_1 - 2x_2 \leq 1 & (3) \\ x_{1,2} \geq 0 & (4) \end{cases}$$

## Тема 2. Линейные оптимизационные модели.

### План:

1. Составление математических моделей при планировании программы предприятия.
2. Анализ целевой функции и параметров управления.
3. Графический метод решения задач линейного программирования.

### Практические задания

**Задание 1.** Решите задачу линейного программирования графическим методом

$$f(X) = 3x_1 + 2x_2 \rightarrow \max,$$

$$\begin{cases} x_1 - x_2 \geq -2, \\ 3x_1 - 2x_2 \leq 6, \\ 2x_1 + x_2 \geq 2, \\ x_2 \leq 3, \end{cases}$$

$$x_1, x_2 \geq 0$$

**Задание 2.** Решите задачу линейного программирования графическим методом

$$f(X) = 4x_1 + 2x_2 \rightarrow \min,$$

$$\begin{cases} 4x_1 - x_2 \geq 0, \\ x_1 + 2x_2 \leq 16, \\ 2x_1 + x_2 \geq 6, \\ x_1 \leq 4, \end{cases}$$

## Тема 3. Линейное программирование.

### План:

1. Симплексный метод решения задач линейного программирования.
2. Анализ устойчивости решения, анализ чувствительности оптимальных решений к изменениям параметров управления.
3. Решение двойственных задач линейного программирования.
4. Интерпретация двойственных переменных.

### Практические задания

**Задание 1.** Решите задачу линейного программирования симплекс-методом

$$Z(X) = x_1 - x_2 + 3x_3 - x_4 \rightarrow \max.$$

$$\begin{cases} -x_1 + 2x_2 + x_3 = 2, \\ 3x_1 - 2x_2 + x_4 = 6, \end{cases}$$

$$x_j \geq 0, \quad j = 1, \dots, 4$$

**Задание 2.** Решите задачу линейного программирования симплекс-методом

$$Z(X) = x_1 + 5x_2 + x_3 - x_4 \rightarrow \max.$$

$$\begin{cases} x_1 + 2x_2 + x_3 = 3, \\ 2x_1 + x_2 + x_4 = 4, \end{cases}$$

$$x_j \geq 0, \quad j = 1, \dots, 4$$

**Задание 3.** Решите задачу линейного программирования симплекс-методом

$$Z(X) = -4x_1 - 2x_2 + x_3 \rightarrow \min.$$

$$\begin{cases} 3x_1 - 2x_2 + 4x_3 \leq 6, \\ 2x_1 + x_2 + 3x_3 \leq 18, \\ x_j \geq 0, \quad j = 1, 2, 3 \end{cases}$$

**Задание 4.** Решите задачу линейного программирования симплекс-методом

$$\begin{aligned} Z(X) &= x_1 + 2x_2 + x_3 \rightarrow \max. \\ \begin{cases} -2x_1 + x_2 + x_3 \leq 2, \\ -x_1 + x_2 + 3x_3 \leq 3, \\ x_1 - 3x_2 + x_3 \leq 1, \\ x_j \geq 0, \quad j = 1, 2, 3 \end{cases} \end{aligned}$$

**Задание 6.** Решите задачу линейного программирования М-методом

$$\begin{aligned} Z(X) &= 2x_1 + 8x_2 + 3x_3 + 4x_4 \rightarrow \min. \\ \begin{cases} 13x_1 - 3x_2 + 2x_3 - 7x_4 = 4, \\ 7x_1 - 2x_2 + x_3 - 4x_4 = 1, \\ x_j \geq 0, \quad j = 1, \dots, 4 \end{cases} \end{aligned}$$

**Задание 7.** Решите задачу линейного программирования М-методом

$$\begin{aligned} Z(X) &= 3x_1 + 2x_2 - 2x_3 + 3x_4 + x_5 \rightarrow \max. \\ \begin{cases} x_1 - x_2 + x_3 - x_4 = 2, \\ -x_1 + x_2 + 2x_3 + x_5 = 4, \\ 2x_1 - x_3 + x_4 + x_5 = 4 \\ x_j \geq 0, \quad j = 1, \dots, 5 \end{cases} \end{aligned}$$

**Задание 8.** Решите задачу линейного программирования М-методом

$$\begin{aligned} Z(X) &= 2x_1 + 2x_2 - 5x_3 \rightarrow \min. \\ \begin{cases} 2x_1 - 2x_2 + 3x_3 \geq 12, \\ -x_1 + x_2 - x_3 \leq 2, \\ 2x_1 - x_2 + 2x_3 = 24 \\ x_j \geq 0, \quad j = 1, 2, 3 \end{cases} \end{aligned}$$

#### Тема 4. Решение задач линейного программирования в пакете Microsoft Excel.

**План:**

1. Составление программы решения задач линейного программирования для Microsoft Excel с использованием опции «Поиск решения».
2. Кейс «На кондитерской фабрике».

#### Практические задания

Решите транспортную задачу в программе Microsoft Excel с использованием опции «Поиск решения»

#### Задание 1

	100	200	200	300
100	1	3	4	1
200	5	2	2	7
400	4	4	3	6
200	7	2	5	3
100	3	2	4	2

## Тема 5. Задачи целочисленного программирования.

### План:

1. Метод Гомори.
2. Метод ветвей и границ.
3. Решение целочисленных задач линейного программирования в пакете Microsoft Excel.

### Практические задания

**Задание 1.** При составлении суточного рациона кормления скота можно использовать свежее сено (не более 50 кг) и силос не более 85 кг. Рацион должен обладать определенной питательностью (число кормовых единиц не менее 30) и содержать питательные вещества: белок (не менее 1 кг), кальций (не менее 100 г) и фосфор (не менее 80 г). Определить оптимальный рацион из условия минимума себестоимости.

Данные о содержании указанных компонентов в 1 кг каждого продукта питания и о себестоимости этих продуктов приведены в таблице:

Продукт	Кол-во кормовых единиц	Белок, г/кг	Кальций, г/кг	Фосфор, г/кг	Себестоимость, у.е./кг
Сено свежее	0,5	40	1,25	2	1,2
Силос	0,5	10	2,5	1	0,8

**Задание 2.** Предприятие выпускает три вида крепежных изделий: болты, гайки и шайбы. Нормы расхода сырья, времени работы оборудования и затрат электроэнергии, которые необходимы для производства одной тонны каждого изделия, приведены в табл.4.

Месячные запасы ресурсов, которыми располагает предприятие, ограничены. По сырью эти ограничения обусловлены емкостью складских помещений, по оборудованию – станочным парком и трудовыми ресурсами, по электроэнергии – техническими и финансовыми причинами. Размеры запасов и доход от реализации продукции в у.е. за 1 тонну приведены в таблице.

Ресурсы	Нормы расхода ресурсов на тонну продукции			Ограничения по ресурсам
	Шайбы	Гайки	Болты	
Сырье	5	8	11	330
Оборудование	4	6	10	270
Электричество	5	7	9	250
Доход (у.е./т)	90	140	200	

Помимо запасов на формирование программы влияет необходимость выполнения контрактных обязательств: предприятие должно обеспечить поставку шайб в количестве 4 т, гаек – в количестве 2 т, болтов – в количестве 3 т.

Требуется сформировать месячную производственную программу (определить объемы выпуска каждого вида продукции), при которой доход от реализации будет максимальным.

## Тема 6. Оптимальное решение в транспортных задачах.

### План:

1. Закрытая транспортная задача.
2. Математические методы решения открытых транспортных задач с избытком и дефицитом.

### Практические задания

**Задание 1.** Решите транспортную задачу методом потенциалов

/	300	200	300	100
---	-----	-----	-----	-----



300	3	4	3	1
200	2	3	5	6
100	1	2	3	3
200	4	5	7	9

**Задание 2. Решите транспортную задачу методом потенциалов**

	200	200	100	200
200	5	2	1	1
300	1	3	4	4
200	4	2	3	1
200	4	3	5	2

### Тема 7. Задачи распределительного типа, задачи о назначениях.

**План:**

1. Способы решения задач о назначении.
2. Задачи распределительного типа.

### Практические задания

**Задание 1.** Частный инвестор предполагает вложить 500 тыс. руб. в различные ценные бумаги. После консультаций со специалистами фондового рынка он отобрал 3 типа акций, 2 типа государственных облигаций. Часть денег предполагается положить на срочный вклад в банк.

Тип вложения	Риск	Предполагаемый ежегодный доход, %
Акции А	Высокий	15
Акции В	Средний	12
Акции С	Низкий	9
Облигации долгосрочные		11
Облигации краткосрочные		8
Срочный вклад		6

Имея в виду качественные соображения диверсификации портфеля и неформализуемые личные предпочтения, инвестор выдвигает следующие требования к портфелю ценных бумаг:

- все 500 тыс. руб. должны быть инвестированы;
- по крайней мере 100 тыс. руб. должны быть на срочном вкладе в любимом банке;
- по крайней мере 25% средств, инвестированных в акции, должны быть инвестированы в акции с низким риском;
- в облигации нужно инвестировать по крайней мере столько же, сколько в акции;
- не более чем 125 тыс. руб. должно быть вложено в бумаги с доходом менее чем 10%.

Определить портфель бумаг инвестора, удовлетворяющий всем требованиям и максимизирующий годовой доход. Какова величина этого дохода?

**Задание 2.**

Фермер имеет 150 га земель в одной из южных областей и в предстоящем сезоне собирается выращивать пшеницу, кукурузу, овес и сою. В таблице представлены данные о величине ожидаемого урожая, финансовых и трудовых затратах, расходе минеральных удобрений и предполагаемых ценах на выращенное зерно.

Тип зерна	Ожидаемая урожайность (ц/га)	Труд (час./га)	Издержки (руб./га)	Удобрения (ц/га)	Ожидаемая цена (руб./ц)
Пшеница	21	8	1000	4	160
Кукуруза	30	10	1500	12	128

Овес	18	6	600	2	73
Соя	24	20	1200	8	155

Основываясь на анализе прошлогоднего рынка зерновых, фермер хочет произвести не менее 150 ц пшеницы и не менее 150 ц кукурузы, но не более 125 ц овса. Он располагает 250 тыс. руб. для покрытия издержек, связанных с обработкой и уходом за полями, и планирует работать 12 ч в день в течение 150-дневного сезона. Он также не хочет перерасходовать имеющийся у него с прошлого года запас минеральных удобрений в 120 т.

Какое количество гектаров земли фермер должен отвести под каждую зерновую культуру, чтобы максимизировать прибыль от предполагаемого урожая?

**Задание 3.** Большой универсальный магазин собирается заказать новую коллекцию костюмов для весеннего сезона. Решено заказать 4 типа костюмов. Три типа - это костюмы широкого потребления: (1) костюмы из полиэстровых смесей, (2) шерстяные костюмы и (3) костюмы из хлопка. Четвертый тип - это дорогие импортные модельные костюмы из различных тканей. Имеющийся у менеджеров магазина опыт и специальные исследования позволяют оценить средние затраты рабочего времени продавцов на продажу одного костюма каждого типа, количество средств на рекламу и площадей в расчете на один костюм каждого типа. Все эти данные, а также прибыль от продажи одного костюма каждого типа представлены в таблице.

Тип костюма	Прибыль на один костюм, долл.	Рабочее время продавцу в	Затраты на рекламу на один костюм	Площадь на один костюм (кв. фут)
Полиэстер	35	0,4	\$2	1,00
Шерсть	47	0,5	\$4	1,5
Хлопок	30	0,3	\$3	1,25
Импорт	90	1,0	\$9	3,00

Предполагается, что весенний сезон будет длиться 90 дней. Магазин открыт 10 часов в день, 7 дней в неделю. Два продавца постоянно будут в отделе костюмов. Выделенная отделу костюмов площадь составляет прямоугольник 100\*60 футов. Бюджет, выделенный на рекламу всех костюмов на весенний сезон, составляет 15 тыс. долл.

Сколько костюмов каждого типа нужно закупить, чтобы максимизировать прибыль?

### Тема 8. Общая задача нелинейного программирования.

#### План:

1. Нахождение глобального и локального экстремума функций многих переменных.
2. Использование метода множителей Лагранжа в задачах нахождения условного экстремума.

**Задание 1.** Найти экстремумы функции  $f(x, y) = x^3 - y^3 - 3xy$ .

**Задание 2.** Найти экстремумы функции  $f(x, y) = 2xy - 4x - 2y$ .

### Тема 9. Выпуклая задача нелинейного программирования.

#### План:

1. Решение выпуклых задач оптимизации.
2. Проверка условий выпуклости и вогнутости функций.
3. Формулировка выпуклой задачи нелинейного программирования.

### Тема 10. Задачи динамического программирования в экономике.

#### План:

1. Методы решения задач динамического программирования.

2. Сети.
3. Дерево решений.

### Тема 11. Выбор решения в условиях неопределенности и риска.

#### План:

1. Методы выбора решений в условиях неопределенности.
2. Нахождение матрицы риска.

#### Практические задания

**Задание 1.** Из пункта А в пункт В ежедневно отправляются скорые и пассажирские поезда. Наличный парк вагонов разных типов, из которых ежедневно можно комплектовать данные поезда, и число пассажиров, вмещающихся в каждом из вагонов, приведены ниже:

Вагон	Число вагонов в поезде		Число пассажиров	Парк вагонов
	Скором	Пассажирском		
Багажный	1	1	-	12
Почтовый	1	-	-	8
Плацкартный	5	8	58	81
Купейный	6	4	40	70
Мягкий	3	1	32	26

Определить:

- а) количество скорых и пассажирских поездов, при которых число перевозимых пассажиров достигнет максимума;
- б) оптимальное количество поездов для случая, когда железная дорога не может пропустить более шести пассажирских поездов.

**Задание 2.** Компания, занимающаяся сбором и переработкой металлолома, имеет четыре промышленные площадки S1-S4, которые могут поставлять металлургическим предприятиям определенное количество товарного металлолома в месяц ( в тоннах указано в таблице в графе "Запасы").

В настоящее время у компании имеются заявки на следующий месяц от 5 предприятий D1-D5, которым требуется определенное количество металлолома в месяц (в тоннах указано в таблице в графе "Заказы"). Стоимости перевозки 1 т металлолома от промплощадки-поставщика Si к заводу-потребителю Di (в условных единицах) приведены в таблице.

	D1	D2	D3	D4	D5	Запасы
S1	3	4	5	4	6	30
S2	1	5	7	1	5	48
S3	4	6	6	3	4	20
S4	2	7	4	7	2	30
Заказы	18	27	42	26	15	

Составить математическую модель задачи нахождения плана перевозок, минимизирующего затраты. Найти решение задачи с помощью MS Excel.

**Задание 3.** Найти оптимальные стратегии и цену игры:

$$A = \begin{pmatrix} 3 & 7 & 1 & 1 & 5 & 8 \\ 4 & 9 & 3 & 6 & 2 & 1 \\ 2 & 3 & 1 & 4 & 7 & 20 \end{pmatrix}$$

**Задача 4.** В районе имеется 4 песчаных карьера, с которых песок вывозится на 5-тонных грузовиках. Предприятия-поставщики S1 - S4 разрабатывающие карьеры, могут поставлять определенное количество грузовиков с песком в день.

В этом районе имеется 5 заводов железобетонных конструкций - потребителей песка D1-D5, которым требуется определенное количество грузовиков с песком в день. Стоимости перевозки песка одним грузовиком от карьера-поставщика  $S_i$  к заводу-потребителю  $D_i$  (в условных единицах) приведены в таблице параметров.

	D1	D2	D3	D4	D5	Запасы
S1	1	3	4	3	1	500
S2	9	5	2	4	8	600
S3	3	4	7	4	3	900
S4	5	7	2	6	6	1000
Заказы	300	900	800	400	400	

Требуется:

1. Составить план перевозок, минимизирующий затраты.
2. Составить план перевозок, максимизирующий затраты. Найти разность между наибольшими и наименьшими из возможных затратами.
3. Указать на каком из двух карьеров останется невывезенный песок, в каком количестве.
4. Как изменится оптимальный план, если маршрут от S4 к D3 запрещен.

**Задание 5.** Фирма, занимающаяся перевозкой грузов собственных автомобилях КамАЗ, обслуживает своих клиентов в центральных городах России. Клиенты могут заказать фирме доставку груза из любого населенного пункта в любой город. После доставки КамАЗы ждут распоряжений диспетчера о выполнении следующей заявки в том городе, куда был доставлен груз.

В настоящий момент 4 порожних автомобиля ждут распоряжений в Иваново, 3 автомобиля - в Костроме, 6 машин - в Орле и одна - в Калуге. Одновременно диспетчеру поступили заявки на 5 автомобилей во Владимире, на 3 автомобиля в Санкт-Петербурге и на 6 автомобилей в Москве. Расстояния между городами известны и приведены в таблице.

Машины	Клиенты			Наличие (машин)
	Владимир	Санкт-Петербург	Москва	
Иваново	119	971	287	4
Кострома	214	1008	324	3
Орел	508	1024	340	6
Калуга	326	535	135	1
Заявки (машин)	5	3	6	

Составить такой план перегона порожних автомобилей из мест их расположения к клиентам, чтобы суммарный пробег всех автомобилей, а следовательно, и издержки фирмы были минимальными.

**Задание 6.** Менеджер - координатор аудиторской фирмы должен распределить аудиторов для работы на следующий месяц. Имеются заявки от 10 клиентов на 75 аудиторов. В 4 конторах фирмы имеется 90 аудиторов, 15 "лишних" аудиторов можно отправить на плановую учебу. Аудиторы различаются по квалификации и опыту работы. Прежде чем приступить к аудиту конкретной фирмы, они должны затратить определенное время на подготовку и консультации. Менеджер-координатор, учитывая опыт работы аудиторов каждой конторы, оценил время, необходимое "среднему" аудитору каждой конторы для подготовки к аудиту конкретного клиента. Результаты - в таблице.

Конторы	Клиенты										Запасы
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
ГААПвилл	8	21	15	13	9	17	18	7	26	9	35
Финанстаун	14	18	17	19	12	6	0	15	24	13	20
ИСАбург	9	15	18	16	16	15	11	13	21	19	25
Нью-Баланс	11	?	14	7	23	9	6	18	?	7	10

Заявки	4	9	2	12	7	6	9	3	18	5	
--------	---	---	---	----	---	---	---	---	----	---	--

Распределить аудиторов так, чтобы суммарные временные затраты на подготовку были минимальны. Знаки вопроса в некоторых клетках таблицы означают, что аудиторы данной конторы не имеют опыта аудита в отрасли, к которой относится данный клиент, и их не должны к нему посылать.

**Задание 7.** Мастер должен расставить 4 рабочих для выполнения 4 типовых операций. Из данных хронометрирования известно, сколько минут в среднем тратит каждый из рабочих на выполнение каждой операции. Эти данные представлены в таблице.

Работы	Работники			
	A	B	C	D
1	15	20	18	24
2	12	17	16	15
3	14	15	19	15
4	11	14	12	3

Как распределить рабочих по операциям, чтобы суммарные затраты рабочего времени были бы минимальны?

Составить математическую модель задачи и решить ее с помощью MS Excel.

### Тема 12. Многокритериальная оптимизация.

**План:**

1. Задачи многокритериальной оптимизации.
2. Свертка критериев.

#### Практические задания

**Задание 1.** Фирма производит пользующиеся спросом детские платья и костюмы, реализация которых зависит от состояния погоды. Затраты фирмы в течение августа-сентября на единицу продукции составили: платья - 7 у.е., костюмы - 28 у.е. Цена реализации составляет 15 и 50 у.е. соответственно. По данным наблюдений за несколько предыдущих лет, фирма может реализовать в условиях теплой погоды 1950 платьев и 610 костюмов, а при прохладной погоде - 630 платьев и 1050 костюмов.

В связи с возможными изменениями погоды определить стратегию фирмы в выпуске продукции, обеспечивающую ей максимальную прибыль от реализации продукции.

**Задание 2.** Торговая фирма разработала несколько вариантов плана продажи товаров на предстоящей ярмарке с учетом меняющейся конъюнктуры рынка и спроса покупателей. Получающиеся от их возможных сочетаний показатели дохода представлены в таблице

План продажи	Величина дохода, у.е.		
	K1	K2	K3
П1	8	4	2
П2	2	8	4
П3	1	2	8

Определить оптимальный план продажи товаров.

### Тема 13. Метод экспертных оценок.

**План:**

1. Способы получения экспертных оценок.
2. Метод Дельфи.

**Задание 1.** Фирма, занимающаяся продажей оборудования для компьютерных сетей, имеет 10 специалистов по маркетингу и 10 техников-программистов, которых необходимо объединить в пары (техник - менеджер по маркетингу) - команды по продаже оборудования, соответствующего нуждам конкретного клиента. Менеджер по работе с персоналом провел среди них тест Майера-Бриггса и определил индекс взаимной

несовместимости между  $i$ -м техником и  $j$ -м маркетологом. Индекс варьирует от 20 (выраженная враждебность) до 1 (дружеские отношения). Результаты представлены в таблице индексов несовместимости.

Составить команды так, чтобы суммарный индекс был минимальным.

#### Индексы несовместимости

Маркетолог	Техник									
	Ваня	Петя	Миша	Коля	Вася	Рома	Майя	Витя	Инна	Гена
Аня	11	8	4	3	9	17	14	6	12	2
Зоя	7	4	7	11	19	2	10	5	18	9
Маша	13	20	1	12	14	11	16	9	15	14
Виталий	5	8	12	6	1	3	4	7	10	12
Люба	16	7	18	9	13	1	2	17	12	3
Даша	12	3	9	17	5	6	18	2	1	4
Руслан	9	1	13	4	7	20	19	1	19	16
Валя	8	6	17	8	11	4	3	4	13	16
Юля	17	2	19	13	14	19	11	3	17	1
Галя	12	1	7	1	2	5	6	4	1	13

**Задание 2.** Цены на два вида товаров равны соответственно  $P_1 = 32$  руб. и  $P_2 = 24$  руб. Определить, при каких количествах  $x$  и  $y$  продаж этих товаров прибыль будет максимальной,

$$C = \frac{3}{2}x^2 + 2xy + y^2$$

если функция издержек имеет вид

#### Основная литература

1. Математические методы и модели исследования операций: учебник / под ред. В.А. Колемаева. - Москва : Юнити-Дана, 2015. - 592 с. : ил., табл., граф. [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=114719> (Электронная библиотечная система «Университетская библиотека ONLINE»)

#### Дополнительная литература

1. Аксентьев, В.А. Методы оптимальных решений: сборник задач / В.А. Аксентьев. - Изд. 3-е, стер. - Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2017. - 445 с. : ил., табл. - Библиогр. в кн. [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=480958> (Электронная библиотечная система «Университетская библиотека ONLINE»)

2. Денисова, С.Т. Методы оптимальных решений : практикум / С.Т. Денисова, Р.М. Безбородникова, Т.А. Зеленина ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Кафедра математических методов и моделей в экономике. - Оренбург : Оренбургский государственный университет, 2015. - 197 с. : табл., схемы, граф. - Библиогр.: с. 195. [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=364820> (Электронная библиотечная система «Университетская библиотека ONLINE»)

3. Математические методы и модели исследования операций: учебник / под ред. В.А. Колемаева. - Москва : Юнити-Дана, 2015. - 592 с. : ил., табл., граф. [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=114719> (Электронная библиотечная система «Университетская библиотека ONLINE»)

4. Методы принятия оптимальных решений : учебное пособие / Р.М. Безбородникова, С.Т. Денисова, Т.А. Зеленина и др. ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Оренбургский Государственный Университет ; под ред. А.Г. Реннера. - Оренбург: ОГУ, 2016. - Ч. 1. - 245 с. : ил., схем., табл. - Библиогр.: с. 220-222. - ISBN 978-5-7410-1562-9; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=469360> (Электронная библиотечная система «Университетская библиотека ONLINE»)

5. Министерство образования и науки Российской Федерации, Оренбургский Государственный Университет ; под ред. А.Г. Реннера. - Оренбург : ОГУ, 2016. - Ч. 1. - 245 с. : ил., схем., табл. - Библиогр.: с. 220-222. - ISBN 978-5-7410-1562-9; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=469360> (Электронная библиотечная система «Университетская библиотека ONLINE»)

#### Информационно-справочные системы, профессиональные базы данных и интернет-ресурсы

1. Сайт: Matlab.Exponenta [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://matlab.exponenta.ru/optimiz/book\\_2/1.php](http://matlab.exponenta.ru/optimiz/book_2/1.php) (содержит характеристика методов решения задач оптимизации)

2. Сайт: Высшая математика [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.mathelp.spb.ru/applet/SimplexTool.htm> (содержит симплекс-метод. программной реализации на языке Java)

3. Сайт: AUP.RU [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.aup.ru/books/i008.htm> (содержит электронные книги по экономико-математическим методам и моделям)

4. Сайт: eusi.ru [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.eusi.ru/umk/vzfei\\_ekonomiko\\_matematicheskie\\_metody\\_i/index.shtml](http://www.eusi.ru/umk/vzfei_ekonomiko_matematicheskie_metody_i/index.shtml) (содержит экономико-математические методы и прикладные модели)

5. Профессиональная база данных по экономике [Электронный ресурс]. - Режим доступа: [http://sophist.hse.ru/data\\_access.shtml](http://sophist.hse.ru/data_access.shtml)

6. Профессиональная база данных по экономике [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.gks.ru/>

7. СПС «Консультант Плюс», СПС «Гарант» (договор о сотрудничестве от 23.09.2013 г. с ЗАО «Компьютерные технологии» (ПС Гарант)), регистрационный лист зарегистрированного пользователя ЭПС «Система ГАРАНТ» от 16.02.2012 г. №12-40272-000944; договоры с ООО «КонсультантПлюс Марий Эл» №2017-СВ-4 от 28.12.2016 г.

#### 2.4. Тематический план самостоятельной работы

№ п/п раздела	Наименование разделов и тем	Количество часов очная форма
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
1	Тема 1. Математические методы оптимизации в принятии решений.	4/8
2	Тема 2. Линейные оптимизационные модели.	4/8
3	Тема 3. Линейное программирование.	4/6
4	Тема 4. Решение задач линейного программирования в пакете Microsoft Exceel.	4/8
5	Тема 5. Задачи целочисленного программирования.	4/6
6	Тема 6. Оптимальное решение в транспортных задачах.	6/8
7	Тема 7. Задачи распределительного типа, задачи о назначениях.	4/8
8	Тема 8. Общая задача нелинейного программирования.	4/8
9	Тема 9. Выпуклая задача нелинейного программирования.	4/8
10	Тема 10. Задачи динамического программирования в экономике.	4/8
11	Тема 11. Выбор решения в условиях неопределенности и риска.	4/8
12	Тема 12. Многокритериальная оптимизация.	4/6
13	Тема 13. Метод экспертных оценок.	4/4
	<b>ИТОГО</b>	<b>54/94</b>

#### Содержание самостоятельной работы

##### Тема 1. Математические методы оптимизации в принятии решений.

###### План:

1. Математические модели в экономике.
2. Теория оптимизации и методы выбора экономических решений.
3. Основные понятия о статической задачи оптимизации.

###### Вопросы для устного опроса:

1. Что понимается под выражением «неотрицательный вектор»?
2. Может ли область допустимых решений быть невыпуклым многоугольником?
3. Может ли область допустимых решений быть открытым множеством? пустым?
4. Какая прямая называется опорной к области допустимых решений?
5. Может ли линия уровня целевой функции быть параллельной вектору целевой функции?

6. Что такое базисное и допустимое базисное решения системы ограничений, стандартная форма записи системы допустимого базисного решения?

## **Тема 2. Линейные оптимизационные модели.**

### **План:**

1. Составление математических моделей при планировании программы предприятия.
2. Анализ целевой функции и параметров управления.
3. Графический метод решения задач линейного программирования.

### **Вопросы для устного опроса:**

1. В чем состоит экономический смысл: а) целевой функции? б) системы ограничений?
2. Как строится область допустимых решений задачи линейного программирования с двумя переменными?
3. Может ли задача линейного программирования с двумя переменными иметь ровно два оптимальных решения?
4. Какой вывод можно сделать, если область допустимых решений не ограничена по направлению, противоположному градиенту целевой функции?
5. Каков геометрический смысл коэффициентов при неравенствах в системе ограничений?
6. Каков геометрический смысл коэффициентов целевой функции?
7. Можно ли решить графически задачу линейного программирования, если на некоторые ее переменные не наложены условия неотрицательности?

## **Тема 3. Линейное программирование.**

### **План:**

1. Симплексный метод решения задач линейного программирования.
2. Анализ устойчивости решения, анализ чувствительности оптимальных решений к изменениям параметров управления.
3. Решение двойственных задач линейного программирования.
4. Интерпретация двойственных переменных.

### **Вопросы для устного опроса:**

1. Каковы основные принципы симплекс-метода?
2. Для чего нужны симплекс-таблица? Может ли генеральный элемент быть отрицательным?
3. Что делать, если возникают сложности с нахождением начального допустимого базисного решения?
4. В каких случаях целесообразно использовать М-метод?

## **Тема 4. Решение задач линейного программирования в пакете Microsoft Excel.**

### **План:**

1. Составление программы решения задач линейного программирования для Microsoft Excel с использованием опции «Поиск решения».
2. Кейс «На кондитерской фабрике».

### **Вопросы для устного опроса:**

1. Что означает соответствие между переменными двойственных задач?
2. Как находится решение одной двойственной задачи по решению другой?
3. В чем состоит метод наименьшей стоимости построения начального решения (плана)?
4. Как строится цикл? В чем состоит его математический смысл?
5. Как проверить на оптимальность полученное опорное решение?
6. Как улучшить неоптимальное решение транспортной задачи?



7. Каким образом решить открытую транспортную задачу?

### **Тема 5. Задачи целочисленного программирования.**

#### **План:**

1. Метод Гомори.
2. Метод ветвей и границ.
3. Решение целочисленных задач линейного программирования в пакете Microsoft Excel.

#### **Вопросы для устного опроса:**

1. Напишите функцию Лагранжа.
2. Сформулируйте необходимые условия существования локального экстремума функции двух переменных.

### **Тема 6. Оптимальное решение в транспортных задачах.**

#### **План:**

1. Закрытая транспортная задача.
2. Математические методы решения открытых транспортных задач с избытком и дефицитом.

#### **Вопросы для устного опроса:**

1. Что такое генеральный столбец, генеральная строка, генеральный элемент? Как они находятся?
2. Как найти начальное допустимое базисное решение
3. Что такое M-задача?
4. Какими свойствами обладают двойственные задачи линейного программирования?
5. В чем смысл критерия оптимальности двойственных задач?
6. Что такое задача о размещении?
7. Чем отличаются друг от друга транспортные задачи с правильным и с неправильным балансом?

### **Тема 7. Задачи распределительного типа, задачи о назначениях.**

#### **План:**

1. Способы решения задач о назначении.
2. Задачи распределительного типа.

### **Тема 8. Общая задача нелинейного программирования.**

#### **План:**

1. Методы решения нелинейных оптимизационных задач.
2. Градиентный метод.
3. Решение задач нелинейного программирования в пакете Microsoft Excel.

#### **Вопросы для устного опроса:**

1. Напишите формулу оптимизации Р. Беллмана.

### **Тема 9. Выпуклая задача нелинейного программирования.**

#### **План:**

1. Проверка условий Куна-Таккера в выпуклых нелинейных задачах.
2. Решение выпуклых задач нелинейного программирования в пакете Microsoft Excel.

#### **Вопросы для устного опроса:**

1. В каких случаях можно использовать графический метод решения задач нелинейного программирования?
2. Сформулируйте принцип оптимальности Р. Беллмана.

### **Тема 10. Задачи динамического программирования в экономике.**

#### **План:**

1. Задачи о кратчайшем маршруте и критическом пути.
2. Решение задач управления методами динамического программирования.

#### **Вопросы для устного опроса:**

1. В чем состоит схема построения математической модели задачи с экономическим содержанием?
2. Есть ли какая-либо связь между числом переменных и числом ограничений задачи с экономическим содержанием?

### **Тема 11. Выбор решения в условиях неопределенности и риска.**

#### **План:**

1. Использование различных критериев выбора решений: принцип гарантированного результата, критерий максимакса, критерий Гурвица, критерия Вальда, критерий Сэвиджа.
2. Определение оптимальной стратегии при известном векторе вероятностей состояний природы.

#### **Вопросы для устного опроса:**

1. Чем занимается теория игр?
2. Что называется стратегией игрока?
3. Какая стратегия называется оптимальной?
4. Какая игра называется антагонистической игрой с нулевой суммой? Каковы задачи первого и второго игрока в такой игре?
5. Что такое платежная матрица? Что такое матричная игра?
6. Что такое максимин или нижняя цена игры? Как ее определить?
7. Что такое минимакс или верхняя цена игры? Как ее определить?
8. Что такое игры с "природой"?
9. Какие критерии можно использовать при выборе оптимальной стратегии?
10. В чем состоит критерий Вальде?

### **Тема 12. Многокритериальная оптимизация.**

#### **План:**

1. Метод идеальной точки. Метод последовательных уступок.

#### **Вопросы для устного опроса:**

1. Какие задачи нелинейного программирования можно решить методом Лагранжа?
2. В чем смысл необходимых условий существования локального условного экстремума?
3. Как решается задача оптимальной замены оборудования?
4. Как решается задача оптимального распределения инвестиций между предприятиями?
5. В каком случае игра имеет седловую точку? Как определить цену игры?
6. В каком случае необходимо использовать смешанную стратегию?
7. Приведите пример упрощения платежной матрицы путем вычеркивания заведомо невыгодных стратегий. Всегда ли таковые можно найти?

### **Тема 13. Метод экспертных оценок.**

#### **План:**

1. Ранговая корреляция.

2. Оценка согласованности между ранжировками экспертов с помощью коэффициента ранговой корреляции и коэффициента конкордации.

#### **Основная литература**

1. Математические методы и модели исследования операций: учебник / под ред. В.А. Колемаева. - Москва : Юнити-Дана, 2015. - 592 с. : ил., табл., граф. [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=114719> (Электронная библиотечная система «Университетская библиотека ONLINE»)

#### **Дополнительная литература**

1. Аксентьев, В.А. Методы оптимальных решений: сборник задач / В.А. Аксентьев. - Изд. 3-е, стер. - Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2017. - 445 с. : ил., табл. - Библиогр. в кн. [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=480958> (Электронная библиотечная система «Университетская библиотека ONLINE»)

2. Денисова, С.Т. Методы оптимальных решений : практикум / С.Т. Денисова, Р.М. Безбородникова, Т.А. Зеленина ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Кафедра математических методов и моделей в экономике. - Оренбург : Оренбургский государственный университет, 2015. - 197 с. : табл., схемы, граф. - Библиогр.: с. 195. [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=364820> (Электронная библиотечная система «Университетская библиотека ONLINE»)

3. Математические методы и модели исследования операций: учебник / под ред. В.А. Колемаева. - Москва : Юнити-Дана, 2015. - 592 с. : ил., табл., граф. [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=114719> (Электронная библиотечная система «Университетская библиотека ONLINE»)

4. Методы принятия оптимальных решений : учебное пособие / Р.М. Безбородникова, С.Т. Денисова, Т.А. Зеленина и др. ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Оренбургский Государственный Университет ; под ред. А.Г. Реннера. - Оренбург: ОГУ, 2016. - Ч. 1. - 245 с. : ил., схем., табл. - Библиогр.: с. 220-222. - ISBN 978-5-7410-1562-9; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=469360> (Электронная библиотечная система «Университетская библиотека ONLINE»)

5. Министерство образования и науки Российской Федерации, Оренбургский Государственный Университет ; под ред. А.Г. Реннера. - Оренбург : ОГУ, 2016. - Ч. 1. - 245 с. : ил., схем., табл. - Библиогр.: с. 220-222. - ISBN 978-5-7410-1562-9; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=469360> (Электронная библиотечная система «Университетская библиотека ONLINE»)

#### **Информационно-**

#### **справочные системы, профессиональные базы данных и интернет-ресурсы**

1. Сайт: Matlab.Exponenta [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://matlab.exponenta.ru/optimiz/book\\_2/1.php](http://matlab.exponenta.ru/optimiz/book_2/1.php) (содержит характеристика методов решения задач оптимизации)

2. Сайт: Высшая математика [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.mathelp.spb.ru/applet/SimplexTool.htm> (содержит симплекс-метод. программной реализации на языке Java)

3. Сайт: AUP.RU [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.aup.ru/books/i008.htm> (содержит электронные книги по экономико-математическим методам и моделям)

4. Сайт: eusi.ru [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.eusi.ru/umk/vzfei\\_ekonomiko\\_matematicheskie\\_metody\\_i/index.shtml](http://www.eusi.ru/umk/vzfei_ekonomiko_matematicheskie_metody_i/index.shtml) (содержит экономико-математические методы и прикладные модели)

5. Профессиональная база данных по экономике [Электронный ресурс]. - Режим доступа: [http://sophist.hse.ru/data\\_access.shtml](http://sophist.hse.ru/data_access.shtml)

6. Профессиональная база данных по экономике [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.gks.ru/>

7. СПС «Консультант Плюс», СПС «Гарант» (договор о сотрудничестве от 23.09.2013 г. с ЗАО «Компьютерные технологии» (ПС Гарант)), регистрационный лист зарегистрированного пользователя ЭПС «Система ГАРАНТ» от 16.02.2012 г. №12-40272-000944; договоры с ООО «КонсультантПлюс Марий Эл» №2017-СВ-4 от 28.12.2016 г.

#### **Перечень тем докладов**

1. Анализ проблем. Построение дерева (графа) проблем.
2. Целевой анализ. Построение дерева целей.
3. Применение метода анализа иерархий для решения задач выбора.
4. Применение метода «Дельфи» для решения управленческих задач.
5. Применение метода когнитивного моделирования для построения прогнозных сценариев развития ситуации.
6. Разработка управленческого решения методом мозгового штурма.
7. Использование сценарного подхода при принятии управленческого решения.
8. Использование симплекс-метода при нахождении и анализе оптимального решения.
9. Использование метода потенциалов для оптимизации транспортных перевозок однородного продукта.
10. Разработка решения о назначении сотрудников для выполнения работ венгерским методом.
11. Решение задачи оптимального распределения ресурсов между предприятиями отрасли методом динамического программирования.
12. Применение метода количественного анализа эффективности работы системы массового обслуживания.
13. Оценка вариантов работы системы массового обслуживания при различных условиях ее функционирования.
14. Определение оптимальной структуры СМО при различных вариантах обслуживания клиентов.
15. Применение метода дерева решений для достижения целей организации
16. Методы принятия коллективных решений.
17. Методы контроля выполнения решений.
18. Оценка эффективности управленческих решений.
19. Принятие решений в сфере управления запасами и поставками сырья и материалов на предприятии.
20. Оптимизация процесса управления запасами готовой продукции на предприятии...
21. Оптимизация управления финансовыми ресурсами на примере бюджета муниципального образования (региона, государства).
22. Разработка оптимальной производственной программы на предприятии...
23. Распределение подвижного состава пассажирского автопредприятия, оптимизирующее транспортные пассажирские перевозки в городе... (регионе...).
24. Разработка оптимального пассажирского маршрута (грузового маршрута) в городе (регионе...).
25. Распределение обязанностей между сотрудниками организационного подразделения администрации... района (города) при выполнении мероприятий, связанных с подготовкой проведения... (подготовкой проекта закона, постановления, распоряжения...).
26. Разработка оптимального плана мероприятий (последовательности операций) в условиях ограничения использования материальных и трудовых ресурсов.
27. Оптимальное управление инвестиционным портфелем компании в условиях риска.

28. Оптимальное управления бюджетными расходами муниципального образования (региона) в условиях риска (полной неопределенности).
29. Разработка оптимальной стратегии ведения боевых действий...
30. Разработка оптимальной стратегии поведения фирмы... на рынке в условиях жесткой конкуренции (олигополии, монополии).
31. Разработка оптимальной стратегии поведения политической партии... при проведении выборов (в представительном органе власти...)
32. Оптимизация процесса проведения выборов в... регионе (муниципальном округе).
33. Разработка оптимальных критериев управления персоналом организации на стадии отбора (продвижения по службе, увольнения).
34. Разработка оптимальной стратегии управления карьерным ростом.

#### **Средство оценивания: доклад**

Шкала оценивания:

Оценка **«отлично»** выставляется студенту, если:

- доклад производит выдающееся впечатление, сопровождается иллюстративным материалом;
- автор представил демонстрационный материал и прекрасно в нем ориентировался;
- автор отвечает на вопросы аудитории;
- показано владение специальным аппаратом;
- выводы полностью отражают поставленные цели и содержание работы.

Оценка **«хорошо»** выставляется студенту, если:

- доклад четко выстроен;
- демонстрационный материал использовался в докладе, хорошо оформлен, но есть неточности;
- докладчик не может ответить на некоторые вопросы;
- докладчик уверенно использовал общенаучные и специальные термины;
- выводы докладчика не являются четкими.

Оценка **«удовлетворительно»** выставляется студенту, если:

- доклад зачитывается;
- представленный демонстрационный материал не использовался докладчиком или был оформлен плохо, неграмотно;
- докладчик не может четко ответить на вопросы аудитории;
- показано неполное владение базовым научным и профессиональным аппаратом;
- выводы имеются, но они не доказаны.

Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется студенту, если:

- содержание доклада не соответствует теме;
- отсутствует демонстрационный материал;
- докладчик не может ответить на вопросы;
- докладчик не понимает специальную терминологию, связанную с темой доклада;
- отсутствуют выводы.

#### **Распределение трудоемкости СРС при изучении дисциплины**

Вид самостоятельной работы	Трудоемкость (час) очная форма обучения/заочная форма обучения
Подготовка к зачету	16/20
Проработка конспекта лекций	14/14
Подготовка к практическим (семинарским) занятиям	8/18
Проработка учебного материала	10/26
Написание докладов и рефератов	6/16
Контроль	-/4

### 3. Оценочные средства и методические рекомендации по проведению промежуточной аттестации

При проведении зачета по дисциплине «Методы оптимальных решений» может использоваться устная или письменная форма проведения.

#### Примерная структура зачета по дисциплине «Методы оптимальных решений»

##### 1. устный ответ на вопросы

Студенту на зачете дается время на подготовку вопросов теоретического характера

##### 2. выполнение тестовых заданий

Тестовые задания выполняются в течение 30 минут и состоят из 25 вопросов разных типов. Преподаватель готовит несколько вариантов тестовых заданий.

##### 3. выполнение практических заданий

Практических задания выполняются в течение 30 минут. Бланки с задачами готовит и выдает преподаватель.

##### Устный ответ студента на зачете должен отвечать следующим требованиям:

- научность, знание и умение пользоваться понятийным аппаратом;
- изложение вопросов в методологическом аспектах, аргументация основных положений ответа примерами из современной практики, а также из личного опыта работы;
- осведомленность в важнейших современных проблемах оптимальных решений, знание классической и современной литературы.

##### Выполнение практического задания должно отвечать следующим требованиям:

- Владение профессиональной терминологией;
- Последовательное и аргументированное изложение решения.

#### Критерии оценивания ответов

	Устный ответ	Практическое задание	Тестовые задания
<i>зачтено</i>	знание учебного материала в пределах программы; логическое, последовательное изложение вопроса; определение своей позиции в раскрытии различных подходов к рассматриваемой проблеме;	свободное владение профессиональной терминологией; умение высказывать и обосновать свои суждения; студент дает четкий, полный анализ ситуации.	50-100 % правильно выполненных заданий
<i>не зачтено</i>	пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, принципиальные ошибки в изложении материала	допущены ошибки в определении понятий, искажен их смысл; студент не может применять знания для решения практического задания.	До 50 % правильно выполненных заданий

#### Критерии и шкала оценивания уровней освоения компетенций

Шкала оценивания	Шкала оценивания	Шкала оценивания
отлично	высокий	студент, овладел элементами компетенции «знать», «уметь» и «владеть», проявил всесторонние и глубокие знания программного материала по дисциплине, освоил основную и дополнительную литературу, обнаружил творческие способности в

		понимании, изложении и практическом использовании усвоенных знаний.
хорошо	продвинутый	студент овладел элементами компетенции «знать» и «уметь», проявил полное знание программного материала по дисциплине, освоил основную рекомендованную литературу, обнаружил стабильный характер знаний и умений и проявил способности к их самостоятельному применению и обновлению в ходе последующего обучения и практической деятельности.
удовлетворительно	базовый	студент овладел элементами компетенции «знать», проявил знания основного программного материала по дисциплине в объеме, необходимом для последующего обучения и предстоящей практической деятельности, изучил основную рекомендованную литературу, допустил неточности в ответе на экзамене, но в основном обладает необходимыми знаниями для их устранения при корректировке со стороны экзаменатора.
неудовлетворительно	компетенции не сформированы	студент не овладел ни одним из элементов компетенции, обнаружил существенные пробелы в знании основного программного материала по дисциплине, допустил принципиальные ошибки при применении теоретических знаний, которые не позволяют ему продолжить обучение или приступить к практической деятельности без дополнительной подготовки по данной дисциплине.

Оценка «зачтено» соответствует критериям оценок от «отлично» до «удовлетворительно».

Оценка «не зачтено» соответствует критерию оценки «неудовлетворительно»

**Отметка** за зачет по предмету выставляется с учетом полученных отметок в соответствии с правилами математического округления.

#### **Рекомендации по проведению зачета**

1. Студенты должны быть заранее ознакомлены с требованиями к зачету, критериями оценивания. По итогам зачета студент должен обязательно четко понять, почему он получил именно ту отметку (зачтено/не зачтено), которая была ему поставлена за его ответ, а не другую.

2. Необходимо выяснить на зачете, формально или нет владеет студент знаниями по данному предмету. Вопросы при ответе по билету помогут выяснить степень понимания студентом материала, знание им связей излагаемого вопроса с другими изучаемыми им понятиями, а практические задания – умения применять знания на практике.

3. На зачете следует выяснить, как студент знает программный материал, как он им овладел к моменту зачета, как он продумал его в процессе обучения и подготовки к зачету.

3. При устном опросе целесообразно начинать с легких, простых вопросов, ответы на которые помогут подготовить студента к спокойному размышлению над дальнейшими более трудными вопросами и практическими заданиями.

4. Тестирование по дисциплине проводится либо в компьютерном классе, либо в аудитории на бланке с тестовыми заданиями.

Результат каждого обучающегося оценивается в соответствии с оценочной шкалой, приведённой в пункте 3.

5. Выполнение практических заданий осуществляется в учебной аудитории. Результат каждого обучающегося оценивается в соответствии с оценочной шкалой, приведённой в пункте 3.

### **Перечень вопросов к зачету**

1. Объективная необходимость использования математических методов оптимизации при решении задач рациональной организации производства и принятия обоснованных экономических решений.
2. Основные этапы разработки математической модели и решения оптимизационных задач.
3. Классификация задач оптимизации, решаемых различными математическими методами.
4. Задачи распределительного типа. Венгерский метод решения.
5. Постановка задач, которые допускают применение методов линейного программирования.
6. Графический метод решения задач линейного программирования
7. Понятие оптимальности. Зависимость эффективности решений от реальных производственных условий. Критерий оптимальности.
8. Возможность решения задач с различными целевыми функциями на одной и той же области допустимых решений.
9. Функция цели и типы уравнений-ограничений задачи линейного программирования в задаче определения оптимального плана. Условные обозначения, принятые для математической формулировки задач линейного программирования.
10. Область допустимых решений. Случаи множества равноценных оптимальных планов.
11. Краткая характеристика симплексного метода линейного программирования. Геометрическая интерпретация симплексного метода.
12. Этапы вычислений симплексным методом. Приведение неравенств к каноническому виду.
13. Дополнительные и искусственные переменные и их экономический смысл.
14. Правила составления исходной матрицы и первого (опорного, базисного) плана.
15. Алгоритм решения задач симплексным методом. Ключевые (главные, ведущие) столбец и строка. Главный элемент.
16. Правила нахождения коэффициентов новой симплексной таблицы.
17. Оценка оптимальности плана при решении задач на максимум и минимум целевой функции.
18. Алгоритм решения задач симплексным методом и искусственным базисом. Расчет коэффициентов целевой строки исходной матрицы.
19. Двойственная задача линейного программирования.
20. Характеристика основных соотношений оптимальных планов двойственной пары.
21. Двойственные задачи линейного программирования. Основные теоремы двойственных задач и их экономический смысл.
22. Решение задач линейного программирования в пакете Microsoft Excel.
23. Типы уравнений-ограничений задачи при решении задач целочисленного программирования.
24. Графический метод решения задач целочисленного программирования.
25. Область допустимых решений в задачах целочисленного программирования. Случаи множества равноценных оптимальных планов.
26. Основные этапы решения целочисленных задач методом Р.Гомори, области применения этого класса задач в экономике.



27. Целочисленное программирование. Характеристика класса задач, для которых имеет смысл только целочисленное решение.
28. Решение целочисленных задач методом ветвей и границ.
29. Транспортная задача линейного программирования. Метод потенциалов. Класс задач, решаемых этим методом. Математическая модель закрытой транспортной задачи.
30. Выбор наиболее эффективного пути улучшения плана при решении закрытой транспортной задачи методом потенциалов. Правила построения цепочек перемещения. Экономическое содержание перемещений. Характеристика задач, решаемых этим методом.
31. Математическая модель открытой транспортной задачи. Условный потребитель (получатель). Характеристика задач, решаемых этим методом.
32. Вырождение плана и его преодоление при решении транспортной задачи методом потенциалов. Этапы решения транспортной задачи методом потенциалов.
33. Признаки оптимальности плана транспортной задачи при решении ее методом потенциалов. Расчет опорного (базисного) плана транспортной задачи методом «северо-западного угла».
34. Расчет опорного (базисного) плана транспортной задачи методом минимальных тарифов. Формулы расчета потенциалов занятых клеток и расчета оценок свободных клеток матрицы транспортной задачи.
35. Характеристика задачи о назначениях. Методы нахождения оптимального решения.

### **Примерные тестовые задания по дисциплине «Методы оптимальных решений»**

#### **0 вариант**

**1. Базисным решением системы  $m$  линейных уравнений с  $n$  переменными называется решение, в котором.**

- 1) все  $m$  неосновных переменных равны нулю
- 2) все  $n-m$  неосновных переменных равны нулю
- 3) все  $m$  неосновных переменных не равны нулю
- 4) все  $n-m$  неосновных переменных не равны нулю

**2. При решении задачи линейного программирования геометрическим методом оптимальным решением может быть.**

- 1) одна точка
- 2) две точки
- 3) отрезок
- 4) интервал

**3. Общая задача линейного программирования может включать в себя.**

- 1) систему ограничений в виде неравенств
- 2) систему ограничений в виде равенств
- 3) требования оптимизации нелинейной целевой функции
- 4) требования оптимизации линейной целевой функции

**4. Критерий оптимальности решения задачи линейного программирования при отыскании максимума линейной функции с выражением линейной функции через неосновные переменные ..., то решение задачи оптимально.**

- 1) отсутствуют отрицательные коэффициенты при неосновных переменных
- 2) отсутствуют положительные коэффициенты при неосновных переменных
- 3) отсутствуют положительные коэффициенты при основных переменных
- 4) присутствуют положительные коэффициенты при основных переменных

**5. Оценочные ограничения строки  $i$  разрешающего столбца  $s$  для симплекс - таблицы задача линейного программирования в следующие правила.**

- 1)  $\infty$ , если  $b_i = 0$  и  $a_{is} < 0$
- 2)  $\infty$ , если  $b_i = 0$  и  $a_{is} > 0$
- 3) 0, если  $b_i = 0$  и  $a_{is} > 0$
- 4) 0, если  $b_i = 0$  и  $a_{is} < 0$

**6. Для взаимно-двойственных задач линейного программирования.**

- 1) в общих задачах ищется максимум или в обоих - минимум
- 2) в одной задаче ищется максимум в другой - минимум
- 3) матрицы коэффициентов при переменных в системах ограничений обеих задач совпадают
- 4) матрицы коэффициентов при переменных в системах ограничений обеих задач являются транспонированными друг другу

**7. Метод северо-западного угла: "поставщик" - "потребитель" так, чтобы:**

- 1) переменной  $x_{11}$  дается минимально возможное значение
- 2) переменной  $x_{11}$  дается максимально возможное значение
- 3) после вычеркивания первого столбца северо-западным элементом будет является элемент  $x_{12}$
- 4) после вычеркивания первого столбца северо-западным элементом будет является элемент  $x_{11}$
- 5) после вычеркивания первого столбца северо-западным элементом будет является элемент  $x_{21}$

**8. Согласно первой теореме двойственности:**

- 1) если одна задача имеет оптимальное решение, то двойственная задача оптимального решения не имеет
- 2) если одна задача имеет оптимальное решение, то двойственная задача тоже имеет оптимальное решение
- 3) если линейная функция одной из задач не ограничена, то условия двойственной задачи противоречивы
- 4) если линейная функция одной из задач не ограничена, то линейная функция двойственной задачи тоже не ограничена

**9. Распределенный метод решения транспортной задачи**

- 1) поставка, передаваемая по циклу определяется как минимум среди поставок в клетках цикла со знаком "+"
- 2) поставка, передаваемая по циклу определяется как минимум среди поставок в клетках цикла со знаком "-"
- 3) поставка, передаваемая по циклу не может быть ни меньше, ни больше минимума поставок клеток цикла со знаком "-"
- 4) поставка, передаваемая по циклу не может быть ни меньше, ни больше минимума поставок клеток цикла со знаком "+"

**10. Задачи конечномерной оптимизации делятся на ...**

- 1) точные
- 2) приближенные
- 3) аналитические
- 4) эвристические

**11. Пусть решается задача определенного экстремума. Составим функцию Лагранжа:  $L(x_1, \dots, x_n) = f(x_1, \dots, x_n) + \sum_{j=1}^m \lambda_j g_j(x_1, \dots, x_n)$ . Для определения стационарных точек необходимо.**

- 1) приравнять к нулю производные  $L$  по переменным  $x_1, \dots, x_n$
- 2) приравнять к нулю производные  $L$  по переменным  $\lambda_1, \dots, \lambda_m$
- 3) приравнять к нулю производные  $L$  по переменным  $x_1, \dots, x_n$  и производные  $L$  по переменным  $\lambda_1, \dots, \lambda_m$
- 4) приравнять к нулю производные  $L$  по переменным  $x_1, \dots, x_n$  и приравнять к нулю функции  $g_1, \dots, g_m$

**12. Математическая постановка задачи оптимального уравнения включает следующие элементы**

- 1) математическое описание объекта управления
- 2) описание состояния внешней среды
- 3) предмодельный анализ экономической сущности
- 4) описание управляющего воздействия
- 5) математическое описание критерия качества управления
- 6) описание изменения (движения) объекта управления

**13. Транспортная задача. Найти объемы перевозок для каждой пары "поставщик" - "потребитель" так, чтобы:**

- 1) мощности всех поставщиков были реализованы
- 2) мощности всех поставщиков были минимальны
- 3) спросы всех потребителей были минимальны
- 4) спросы всех потребителей были удовлетворены
- 5) суммарные затраты на перевозку были минимальны
- 6) суммарные затраты на перевозку были бы удовлетворены

**14. Методы отсечения:**

- 1) мощности всех поставщиков были реализованы
- 2) сначала задача решается без условия целочисленности
- 3) сначала задается в задаче условие целочисленности
- 4) вводится дополнительное ограничение правильности отсечения
- 5) дополнительное ограничение правильности отсечения выполняются автоматически

**15. В задаче многокритериальной оптимизации для оценки качества найденных решений используют эталонные точки:**

- 1) идеальная точка
- 2) утопическая точка
- 3) оптимальная точка
- 4) надир

**16. Задачи теории массового обслуживания:**

- 1) определения максимальной длины очереди
- 2) определение необходимой скорости обслуживания
- 3) рациональное построение очереди
- 4) определение количества приборов обслуживания, которые работают параллельно

**17. Для Марковского процесса в физической системе характерно:**

- 1) для каждого момента времени вероятность любого состояния системы в будущем зависит только от состояния системы в настоящий момент
- 2) для каждого момента времени вероятность любого состояния системы в будущем зависит от состояния системы в прошлые моменты времени
- 3) для каждого момента времени вероятность любого состояния системы в будущем не зависит от того, каким образом система пришла в это состояние
- 4) для каждого момента времени вероятность любого состояния системы в будущем не зависит от того, каким образом система пришла в это состояние

**18. Общая задача целочисленного программирования: Найти такое решение  $X=(x_1, \dots, x_n)$ , при котором линейная функция  $Z=Sc_jx_j$  принимает минимальное или максимальное значение при ограничениях:**

- 1)  $Z=Sc_jx_j$ ,  $c_j$  и  $x_j$  - целые
- 2)  $Z=Sa_{ij}x_j=b_i$ ,  $a_{ij}$ ,  $x_j$  и  $b_i$  - целые
- 3)  $Z=Sa_{ij}x_j=b_i$ ,  $a_{ij}$  и  $b_i$  - целые
- 4)  $x_j \geq 0$ ,  $x_j$  - целые

**19. Особенности модели динамического моделирования:**

- 1) задача оптимизации интерпретируется как многошаговый процесс управления
- 2) целевая функция равна сумме целевых функций каждого шага
- 3) количество управляющих переменных может быть бесконечно
- 4) количество управляющих переменных - конечно

### Примерный перечень практических заданий

**Задача 1.** Используя двойственность, найдите решение следующей задачи линейного программирования:  $z = 6y_1 + 133y_2 - 41y_3 \rightarrow \min$

**Задача 2.** Градиентным методом найдите точку минимума функции  $(x - 4)(x - 4) + (y - 3)(y - 3)$ , выбрав точку  $(x, y) = (2, 1)$  в качестве начальной точки.

**Задача 3.** Используя геометрическую интерпретацию, найдите максимум суммы  $x + y$ , при неположительных значениях выражений  $(x + y)(x + y) - 2x - 1x + y - 2(x - y)x + (x - 1)y$

**Задание 4.** Решите задачу линейного программирования графическим методом

$$\begin{cases} f(x) = x_1 - 2x_2 \rightarrow \min & (0) \\ -x_1 + x_2 \leq 0 & (1) \\ 2x_1 + x_2 \leq 3 & (2) \\ x_1 - x_2 \leq 1 & (3) \\ x_{1,2} \geq 0 & (4) \end{cases}$$

**Задача 5.** Методом множителя Лагранжа найдите минимум выражения  $(x + y)(x + y) - 2x - 4x$  для неотрицательных  $x$  и  $y$ , если  $x + y = 200$ .

**Задача 6.** Решите задачу целочисленного программирования: максимизируйте сумму  $5x + 2y$  при неотрицательных значениях выражений  $33 - 11x - 4y$  и  $8 + x - 2y$ .

**Задача 7.** Найдите неотрицательные целые числа, максимизирующие сумму  $8x + 5y$ , при условии неотрицательности выражений  $6 - x - y$  и  $45 - 9x - 5y$ .

**Задание 8.** Решите задачу линейного программирования симплекс-методом

$$Z(X) = -3x_1 - 2x_2 - 2x_3 \rightarrow \min.$$

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

**Задание 9.** Решите задачу линейного программирования М-методом

$$Z(X) = 1 + x_1 + 2x_2 \rightarrow \min.$$

$$\begin{cases} 11x_1 - x_2 - 5x_3 + 3x_4 + 4x_5 = 18, \\ x_1 + x_2 + x_3 + x_4 = 2, \\ x_j \geq 0, \quad j = 1, \dots, 5 \end{cases}$$

**Задача 10.** Решите транспортную задачу методом потенциалов:

	<b>1</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>4</b>
<b>9</b>	2	5	8	1
<b>1</b>	8	3	9	2
<b>6</b>	7	4	6	3

**Задание 12.** Найти экстремумы функции  $f(x, y) = 3x^2 - x^3 + 3y^2 + 4y$ .

**Задание 13.** Мастер цеха должен назначить на сборку изделия, требующую выполнения шести различных операций, шесть рабочих. В силу разной квалификации рабочие затрачивают на выполнение операций различное время. Результаты их тестирования приведены в таблице. Следует также учесть, что рабочие 3 и 4 не умеют выполнять операцию №2, а рабочий 6 не может выполнять операцию №6. Кроме того, имеется 7 рабочих, следовательно, один из них не будет задействован в процессе.

Каким образом оптимально распределить рабочих по операциям, чтобы суммарное время, затрачиваемое на сборку изделия, было минимальным? Кому из рабочих можно "отдохнуть"?

Рабочие	Операции					
	1	2	3	4	5	6
1	23	6	7	12	6	12
2	8	16	11	6	12	11
3	6	?	9	8	16	23
4	11	?	18	15	15	12
5	12	17	12	11	7	15
6	4	12	11	8	17	?
7	5	10	8	15	7	14

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

##### **Основная литература**

1. Математические методы и модели исследования операций: учебник / под ред. В.А. Колемаева. - Москва : Юнити-Дана, 2015. - 592 с. : ил., табл., граф. [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=114719> (Электронная библиотечная система «Университетская библиотека ONLINE»)

##### **Дополнительная литература**

1. Аксентьев, В.А. Методы оптимальных решений: сборник задач / В.А. Аксентьев. - Изд. 3-е, стер. - Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2017. - 445 с. : ил., табл. - Библиогр. в кн. [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=480958> (Электронная библиотечная система «Университетская библиотека ONLINE»)

2. Денисова, С.Т. Методы оптимальных решений : практикум / С.Т. Денисова, Р.М. Безбородникова, Т.А. Зеленина ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Кафедра математических методов и моделей в экономике. - Оренбург : Оренбургский государственный университет, 2015. - 197 с. : табл., схемы, граф. - Библиогр.: с. 195. [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=364820> (Электронная библиотечная система «Университетская библиотека ONLINE»)

3. Математические методы и модели исследования операций: учебник / под ред. В.А. Колемаева. - Москва : Юнити-Дана, 2015. - 592 с. : ил., табл., граф. [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=114719> (Электронная библиотечная система «Университетская библиотека ONLINE»)

4. Методы принятия оптимальных решений : учебное пособие / Р.М. Безбородникова, С.Т. Денисова, Т.А. Зеленина и др. ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Оренбургский Государственный Университет ; под ред. А.Г. Реннера. - Оренбург: ОГУ, 2016. - Ч. 1. - 245 с. : ил., схем., табл. - Библиогр.: с. 220-222. - ISBN 978-5-7410-1562-9; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=469360> (Электронная библиотечная система «Университетская библиотека ONLINE»)

5. Министерство образования и науки Российской Федерации, Оренбургский Государственный Университет ; под ред. А.Г. Реннера. - Оренбург : ОГУ, 2016. - Ч. 1. - 245 с. : ил., схем., табл. - Библиогр.: с. 220-222. - ISBN 978-5-7410-1562-9; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=469360> (Электронная библиотечная система «Университетская библиотека ONLINE»)

##### **Информационно-**

##### **справочные системы, профессиональные базы данных и интернет-ресурсы**

5. Сайт: Matlab.Exponenta [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://matlab.exponenta.ru/optimiz/book\\_2/1.php](http://matlab.exponenta.ru/optimiz/book_2/1.php) (содержит характеристика методов решения задач оптимизации)

6. Сайт: Высшая математика [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.mathelp.spb.ru/applet/SimplexTool.htm> (содержит симплекс-метод. программной реализации на языке Java)

7. Сайт: AUP.RU [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.aup.ru/books/i008.htm> (содержит электронные книги по экономико-математическим методам и моделям)

8. Сайт: eusi.ru [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.eusi.ru/umk/vzfei\\_ekonomiko\\_matematicheskie\\_metody\\_i/index.shtml](http://www.eusi.ru/umk/vzfei_ekonomiko_matematicheskie_metody_i/index.shtml) (содержит экономико-математические методы и прикладные модели)

5. Профессиональная база данных по экономике [Электронный ресурс]. - Режим доступа: [http://sophist.hse.ru/data\\_access.shtml](http://sophist.hse.ru/data_access.shtml)

6. Профессиональная база данных по экономике [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.gks.ru/>

7. СПС «Консультант Плюс», СПС «Гарант» (договор о сотрудничестве от 23.09.2013 г. с ЗАО «Компьютерные технологии» (ПС Гарант)), регистрационный лист зарегистрированного пользователя ЭПС «Система ГАРАНТ» от 16.02.2012 г. №12-40272-000944; договоры с ООО «КонсультантПлюс Марий Эл» №2017-СВ-4 от 28.12.2016 г.

## 5. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (в соответствии с расписанием)	Специализированная мебель, технические средства обучения: переносной ноутбук, мультимедийный проектор, экран	СПС «Консультант Плюс», СПС «Гарант» (договор о сотрудничестве от 23.09.2013 г. с ЗАО «Компьютерные технологии» (ПС Гарант)), регистрационный лист зарегистрированного пользователя ЭПС «Система ГАРАНТ» от 16.02.2012 г. №12-40272-000944; договоры с ООО «КонсультантПлюс Марий Эл» №2017-СВ-4 от 28.12.2016 г., Windows 10 Education, Windows 8, Windows 7 Professional (Microsoft Open License), Office Standart 2007, 2010 (Microsoft Open License), Office Professional Plus 2016 (Microsoft Open License), Kaspersky Endpoint Security (Лицензия №17Е0-171117-092646-487-711, договор №Tr000171440 от 17.07.2017 г.).
Помещение для самостоятельной работы, каб. 302	Специализированная мебель, технические средства обучения: автоматизированные рабочие места, с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационную образовательную среду организации (ASUSTeK Intel(R) Celeron(R) CPU G3930 @ 2.90GHz/4096 (DIMM_B1-4096.00))	СПС «Консультант Плюс», СПС «Гарант» (договор о сотрудничестве от 23.09.2013 г. с ЗАО «Компьютерные технологии» (ПС Гарант)), регистрационный лист зарегистрированного пользователя ЭПС «Система ГАРАНТ» от 16.02.2012 г. №12-40272-000944; договоры с ООО «КонсультантПлюс Марий Эл» №2017-СВ-4 от 28.12.2016 г. Windows 7 Professional (Средства для разработки и проектирования, доступные по подписке Microsoft Imagine Premium). Sys Ctr Endpoint Protection ALNG Subscriptions VL OLVS E 1Month AcademicEdition Enterprise Per User (Сублиц. договор № Tr000171440 от 17.07.2017). Office Standart, 2010 (Microsoft Open License). Архиватор 7-zip (GNU LGPL). Adobe Acrobat Reader DC (Бесплатное ПО). Adobe Flash Player (Бесплатное ПО)



## **6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

### **Методические указания для подготовки к лекционным занятиям**

В ходе лекций преподаватель излагает и разъясняет основные, наиболее сложные для понимания темы, а также связанные с ней теоретические и практические проблемы, дает рекомендации на семинарское занятие и указания на самостоятельную работу.

В ходе лекционных занятий необходимо:

– вести конспектирование учебного материала, обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации, положительный опыт в ораторском искусстве. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

– задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

– дорабатывать свой конспект лекции, делая в нем соответствующие записи из литературы, рекомендованной преподавателем и предусмотренной учебной программой – в ходе подготовки к семинарам изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, новыми публикациями в периодических изданиях журналах, газетах и т.д. При этом учесть рекомендации преподавателя и требования учебной программы.

– подготовить тезисы для выступлений по всем учебным вопросам, выносимым на семинар. Готовясь к докладу или реферативному сообщению, обращаться за методической помощью к преподавателю, составить план-конспект своего выступления, продумать примеры с целью обеспечения тесной связи изучаемой теории с реальной жизнью.

– своевременное и качественное выполнение самостоятельной работы базируется на соблюдении настоящих рекомендаций и изучении рекомендованной литературы. Студент может дополнить список использованной литературы современными источниками, не представленными в списке рекомендованной литературы, и в дальнейшем использовать собственные подготовленные учебные материалы при написании контрольных (РГР), курсовых и выпускных квалификационных работ.

### **Методические указания для подготовки к практическим (семинарским) занятиям**

Начиная подготовку к семинарскому занятию, необходимо, прежде всего, обратить внимание на конспект лекций, разделы учебников и учебных пособий, которые способствуют общему представлению о месте и значении темы в изучаемом курсе. Затем следует поработать с дополнительной литературой, сделать записи по рекомендованным источникам. Подготовка к семинарскому занятию включает 2 этапа:

- 1й этап - организационный;
- 2й этап - закрепление и углубление теоретических знаний. На первом этапе студент планирует свою самостоятельную работу, которая включает:
  - уяснение задания, выданного на самостоятельную работу;
  - подбор рекомендованной литературы;
  - составление плана работы, в котором определяются основные пункты предстоящей подготовки.

Составление плана дисциплинирует и повышает организованность в работе. Второй этап включает непосредственную подготовку студента к занятию. Начинать надо с изучения рекомендованной литературы. Необходимо помнить, что на лекции обычно рассматривается не весь материал, а только его часть. Остальная её часть восполняется в процессе самостоятельной работы. В связи с этим работа с рекомендованной литературой

обязательна. Особое внимание при этом необходимо обратить на содержание основных положений и выводов, объяснение явлений и фактов, уяснение практического приложения рассматриваемых теоретических вопросов. В процессе этой работы студент должен стремиться понять и запомнить основные положения рассматриваемого материала, примеры, поясняющие его, а также разобраться в иллюстративном материале. Заканчивать подготовку следует составлением плана (конспекта) по изучаемому материалу (вопросу). Это позволяет составить концентрированное, сжатое представление по изучаемым вопросам. В процессе подготовки к занятиям рекомендуется взаимное обсуждение материала, во время которого закрепляются знания, а также приобретает практика в изложении и разъяснении полученных знаний, развивается речь. При необходимости следует обращаться за консультацией к преподавателю. Готовясь к консультации, необходимо хорошо продумать вопросы, которые требуют разъяснения.

В начале занятия студенты под руководством преподавателя более глубоко осмысливают теоретические положения по теме занятия, раскрывают и объясняют основные положения выступления.

Записи имеют первостепенное значение для самостоятельной работы обучающихся. Они помогают понять построение изучаемого материала, выделить основные положения и проследить их логику. Ведение записей способствует превращению чтения в активный процесс, мобилизует, наряду со зрительной, и моторную память. Следует помнить: у студента, систематически ведущего записи, создается свой индивидуальный фонд подсобных материалов для быстрого повторения прочитанного, для мобилизации накопленных знаний. Особенно важны и полезны записи тогда, когда в них находят отражение мысли, возникшие при самостоятельной работе. Важно развивать умение сопоставлять источники, продумывать изучаемый материал.

Большое значение имеет совершенствование навыков конспектирования. Преподаватель может рекомендовать студентам следующие основные формы записи план (простой и развернутый), выписки, тезисы. Результаты конспектирования могут быть представлены в различных формах.

План - это схема прочитанного материала, краткий (или подробный) перечень вопросов, отражающих структуру и последовательность материала. Подробно составленный план вполне заменяет конспект.

Конспект - это систематизированное, логичное изложение материала источника. Различаются четыре типа конспектов.

План-конспект - это развернутый детализированный план, в котором достаточно подробные записи приводятся по тем пунктам плана, которые нуждаются в пояснении.

Текстуальный конспект – это воспроизведение наиболее важных положений и фактов источника.

Свободный конспект - это четко и кратко сформулированные (изложенные) основные положения в результате глубокого осмысливания материала. В нем могут присутствовать выписки, цитаты, тезисы; часть материала может быть представлена планом.

Тематический конспект составляется на основе изучения ряда источников и дает более или менее исчерпывающий ответ по какой-то схеме (вопросу).

Ввиду трудоемкости подготовки к семинару следует продумать алгоритм действий, еще раз внимательно прочитать записи лекций и уже готовый конспект по теме семинара, тщательно продумать свое устное выступление.

На семинаре каждый его участник должен быть готовым к выступлению по всем поставленным в плане вопросам, проявлять максимальную активность при их рассмотрении. Выступление должно строиться свободно, убедительно и аргументировано. Необходимо следить, чтобы выступление не сводилось к репродуктивному уровню (простому воспроизведению текста), не допускать и простое чтение конспекта. Необходимо, чтобы выступающий проявлял собственное отношение к тому, о чем он

говорит, высказывал свое личное мнение, понимание, обосновывал его и мог сделать правильные выводы из сказанного.

Выступления других обучающихся необходимо внимательно и критически слушать, подмечать особенное в суждениях обучающихся, улавливать недостатки и ошибки. При этом обратить внимание на то, что еще не было сказано, или поддержать и развить интересную мысль, высказанную выступающим студентом. Изучение студентами фактического материала по теме практического занятия должно осуществляться заблаговременно. Под фактическим материалом следует понимать специальную литературу по теме занятия, систему нормативных правовых актов, а также арбитражную практику по рассматриваемым проблемам. Особое внимание следует обратить на дискуссионные теоретические вопросы в системе изучаемого вопроса: изучить различные точки зрения ведущих ученых, обозначить противоречия современного законодательства. Для систематизации основных положений по теме занятия рекомендуется составление конспектов.

Обратить внимание на:

- составление списка нормативных правовых актов и учебной и научной литературы по изучаемой теме;
- изучение и анализ выбранных источников;
- изучение и анализ арбитражной практики по данной теме, представленной в информационно-справочных правовых электронных системах и др.;
- выполнение предусмотренных программой заданий в соответствии с тематическим планом;
- выделение наиболее сложных и проблемных вопросов по изучаемой теме, получение разъяснений и рекомендаций по данным вопросам с преподавателями кафедры на их еженедельных консультациях;
- проведение самоконтроля путем ответов на вопросы текущего контроля знаний, решения представленных в учебно-методических материалах кафедры задач, тестов, написания рефератов и эссе по отдельным вопросам изучаемой темы;

Семинарские занятия завершают изучение наиболее важных тем учебной дисциплины. Они служат для закрепления изученного материала, развития умений и навыков подготовки докладов, сообщений, приобретения опыта устных публичных выступлений, ведения дискуссии, аргументации и защиты выдвигаемых положений, а также для контроля преподавателем степени подготовленности обучающихся по изучаемой дисциплине.

### **Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины для самостоятельной работы**

Методика организации самостоятельной работы студентов зависит от структуры, характера и особенностей изучаемой дисциплины, объема часов на ее изучение, вида заданий для самостоятельной работы студентов, индивидуальных особенностей студентов и условий учебной деятельности.

При этом преподаватель назначает студентам варианты выполнения самостоятельной работы, осуществляет систематический контроль выполнения студентами графика самостоятельной работы, проводит анализ и дает оценку выполненной работы.

Самостоятельная работа обучающихся осуществляется в аудиторной и внеаудиторной формах. Самостоятельная работа обучающихся в аудиторное время может включать:

- конспектирование (составление тезисов) лекций, выполнение контрольных работ;
- решение задач;
- работу со справочной и методической литературой;
- работу с нормативными правовыми актами;

- выступления с докладами, сообщениями на семинарских занятиях;
- защиту выполненных работ;
- участие в оперативном (текущем) опросе по отдельным темам изучаемой дисциплины;
- участие в собеседованиях, деловых (ролевых) играх, дискуссиях, круглых столах, конференциях;
- участие в тестировании и др.

Самостоятельная работа обучающихся во внеаудиторное время может состоять из:

- повторение лекционного материала;
- подготовки к семинарам (практическим занятиям);
- изучения учебной и научной литературы;
- изучения нормативных правовых актов (в т.ч. в электронных базах данных);
- решения задач, выданных на практических занятиях;
- подготовки к контрольным работам, тестированию и т.д.;
- подготовки к семинарам устных докладов (сообщений);
- подготовки рефератов, эссе и иных индивидуальных письменных работ по заданию преподавателя;
- выполнения курсовых работ, предусмотренных учебным планом;
- выделение наиболее сложных и проблемных вопросов по изучаемой теме, получение разъяснений и рекомендаций по данным вопросам с преподавателями кафедры на их еженедельных консультациях;
- проведение самоконтроля путем ответов на вопросы текущего контроля знаний, решения представленных в учебно-методических материалах кафедры задач, тестов;
- написания рефератов и эссе по отдельным вопросам изучаемой темы.
- подготовки к семинарам устных докладов (сообщений);
- подготовки рефератов, эссе и иных индивидуальных письменных работ по заданию преподавателя;
- выполнения курсовых работ, предусмотренных учебным планом;
- выполнения выпускных квалификационных работ и др.
- выделение наиболее сложных и проблемных вопросов по изучаемой теме, получение разъяснений и рекомендаций по данным вопросам с преподавателями кафедры на их еженедельных консультациях;
- проведение самоконтроля путем ответов на вопросы текущего контроля знаний, решения представленных в учебно-методических материалах кафедры задач, тестов;
- написания рефератов и эссе по отдельным вопросам изучаемой темы.