

**Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА  
И ГОСУДАРСТВЕННОЙ СЛУЖБЫ  
ПРИ ПРЕЗИДЕНТЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ»**

---

**ИНСТИТУТ ОТРАСЛЕВОГО МЕНЕДЖМЕНТА  
Факультет инженерного менеджмента  
Кафедра теории и систем отраслевого управления**

УТВЕРЖДЕНА

кафедрой теории и систем отраслевого  
управления

Протокол от «28» августа 2019 г.

№ 1

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.В.ДВ.01.02 Экономико-математическое моделирование**

направление подготовки

27.03.05 – Инноватика

направленность (профиль) "Технологическое предпринимательство"

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Год набора - 2020

Москва, 2019 г.

**Автор–составитель:**

Преподаватель кафедры теории и систем отраслевого управления Н.И. Пышков

Заведующий кафедрой теории и систем отраслевого управления, к.э.н., доцент С.С. Серебренников

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы
2. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся и место дисциплины в структуре образовательной программы
3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и видов учебных занятий и структура дисциплины
4. Материалы текущего контроля успеваемости обучающихся и фонд оценочных средств промежуточной аттестации по дисциплине
5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины
6. Основная и дополнительная учебная литература, необходимая для освоения дисциплины, ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", включая перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине
7. Материально-техническая база, информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

**1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

**1.1. Дисциплина Б1.В.ДВ.01.02 «Экономико-математическое моделирование» обеспечивает овладение следующей компетенцией с учетом этапа:**

<b>Код компетенции</b>	<b>Наименование компетенции</b>	<b>Код этапа освоения компетенции</b>	<b>Наименование этапа освоения компетенции</b>
ПК-2	Способность использовать инструментальные средства (пакеты прикладных программ) для решения прикладных инженерно-технических и технико-экономических задач, планирования и проведения работ по проекту	ПК-2.1	Способность использовать инструментальные средства (пакеты прикладных программ) для организации и контроля проведения работ по проекту

**1.2. В результате освоения дисциплины у студентов должны быть сформированы:**

<b>Код этапа освоения компетенции</b>	<b>Результаты обучения</b>
ПК-2.1	<p><b>на уровне знаний:</b>  предмета, целей, задач и этапов эконометрического моделирования;  методологии использования эконометрических моделей для анализа данных;  основных понятий и формулировки задачи линейного программирования;  особенностей методов целочисленного, нелинейного, динамического программирования и имитационного моделирования;  основных этапов анализа временных рядов экономической динамики;  методов оценки значимости параметров различных эконометрических моделей;  оценки моделей регрессии и прогнозирования на основе этих моделей;  экономического содержания составных элементов производственных функций;  общих подходов к моделированию потребления и спроса;  основных типов функций покупательского спроса;  элементов теории игр</p> <p><b>на уровне умений:</b>  формализовывать и описывать реальные бизнес-процессы в виде математических моделей;</p>

	<p>анализировать во взаимосвязи экономические явления и процессы;  проводить количественное прогнозирование и моделирование управления бизнес- процессами;  различать типы экономико-математических моделей;  формулировать общую постановку задач линейного программирования;  выбирать необходимые методы для реализации задач анализа данных с помощью регрессионных моделей;  оценивать достоверность регрессионных моделей;  применять методы целочисленного и многокритериального программирования при решении практических задач;  формулировать основные виды макроэкономических моделей</p> <p><b>на уровне навыков:</b>  владения основными принципами системного подхода к анализу экономических процессов;  решения прикладных задач с применением математического аппарата линейного программирования;  постановки и решения задач целочисленного программирования и многокритериальной оптимизации;  владения основными методами обработки временных рядов и выявления сезонных волн в этих рядах;  проведения поиска и анализа информации, необходимой для построения эконометрической модели;  построения базовых моделей микро- и макроэкономических процессов</p>
--	---

**2. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся и место дисциплины в структуре образовательной программы**

#### Объем дисциплины

Вид учебных занятий и самостоятельная работа		Объем дисциплины, час.	
		Всего	Семестр 4
<i>Очная форма обучения</i>			
<b>Контактная работа обучающихся с преподавателем, в том числе:</b>		<b>32</b>	<b>32</b>
лекционного типа (Л)		<b>16</b>	<b>16</b>
лабораторные работы (практикумы) (ЛР)			
практического (семинарского) типа (ПЗ)		<b>16</b>	<b>16</b>
контролируемая самостоятельная работа обучающихся (КСР)			
<b>Самостоятельная работа обучающихся (СР)</b>		<b>40</b>	<b>40</b>
<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>форма</b>	<b>зачет</b>	<b>зачет</b>
	<b>час.</b>		
<b>Общая трудоемкость (час. / з.е.)</b>		<b>72/2</b>	<b>72/2</b>

#### Место дисциплины в структуре ОП ВО

Дисциплина Б1.В.ДВ.01.02 «Экономико-математическое моделирование» изучается в 4 семестре очной формы обучения, общая трудоемкость дисциплины – 2 зачетные единицы, 72 часа.

Содержание данной дисциплины опирается на содержание дисциплин: Б1.В.01 «Управление проектами», Б1.В.02 «Бизнес-аналитика и статистика» и выступает опорой для прохождения практики Б2.В.04(Пд) «Преддипломная практика».

Форма промежуточной аттестации – зачет.

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

### Структура дисциплины

№ п/п	Наименование тем (разделов)	Объем дисциплины, час.						Форма текущего контроля успеваемости*, промежуточной аттестации**
		Всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий				СР	
			Л	ЛР	ПЗ	КСР		
Очная форма обучения								
Тема 1	Основы и постановка задачи линейного программирования	12	4		2		6	О, РЗ
Тема 2	Симплекс-метод. Двойственный симплекс-метод. Графический метод решения задачи линейного программирования	14	2		4		8	О, КР
Тема 3	Задачи условной и безусловной оптимизации	10	2		2		6	О, ПР
Тема 4	Двойственная задача линейного программирования	12	4		2		6	О, РЗ
Тема 5	Методы и модели анализа динамики экономических процессов	14	2		4		8	О, ПР
Тема 6	Прикладные и теоретические модели микро- и макроэкономических процессов	10	2		2		6	О, РЗ
Промежуточная аттестация								За
Всего:		72	16		16		40	

Примечание:

\* - форма текущего контроля успеваемости: опрос (О), контрольная работа (КР), решение задач (РЗ), практическая работа (ПР);

\*\* - форма промежуточной аттестации: зачет (За).

### Содержание дисциплины

#### Тема 1. Основы и постановка задачи линейного программирования

Этапы экономико-математического моделирования. Экономические системы, методы их исследования и моделирования. Классификация экономико-математических методов и моделей.

Линейные экономические модели. Принцип оптимальности в планировании и управлении, общая задача оптимального программирования. Формы записи задачи линейного программирования и ее экономическая интерпретация. Линейные экономические модели. Математический аппарат линейного программирования. Каноническая задача линейного программирования. Линейные модели оценки производных финансовых инструментов. Модель Кокса-Росса-Рубенштейна вычисления оптимальной цены опциона.

## **Тема 2. Симплекс-метод. Двойственный симплекс-метод. Графический метод решения задачи линейного программирования**

Опорный план. Преобразование К-матриц. Геометрическая интерпретация задачи. Симплексный метод решения задачи. Алгоритм симплекс-метода. Усиленная постановка задачи. Примеры решений экономических задач. Допустимые и оптимальные решения ЗЛП. Алгоритм двойственного симплекс-метода (Р-метод). Алгоритм нахождения оптимального решения по симплекс-таблице. Построение симплекс-таблицы прямого метода. Двухэтапный симплекс-метод. Графический метод решения задачи линейного программирования.

## **Тема 3. Задачи условной и безусловной оптимизации**

Теория двойственности в анализе оптимальных решений экономических задач. Транспортная задача. Целочисленное программирование. Задачи многокритериальной оптимизации. Нелинейное и динамическое программирование; понятие об имитационном моделировании. Модели сетевого планирования и управления.

Балансовый метод. Принципиальная схема межпродуктового баланса. Экономико-математическая модель межотраслевого баланса. Коэффициенты прямых и полных материальных затрат. Межотраслевые балансовые модели в анализе экономических показателей. Динамическая межотраслевая балансовая модель. Математическое описание модели Леонтьева. Двойственная модель Леонтьева. Декомпозиционные свойства цен.

## **Тема 4. Двойственная задача линейного программирования**

Двойственная задача и правила ее построения. Цепочка прямая задача-канонический вид-двойственная задача. Теоремы двойственности. Примеры задач, в которых: множество допустимых решений пусто, целевая функция неограниченна сверху. Условия разрешимости задачи линейного программирования. Функция Лагранжа. Условие дополняющей нежесткости. Теорема Куна-Таккера.

## **Тема 5. Методы и модели анализа динамики экономических процессов**

Понятия экономических рядов динамики. Предварительный анализ и сглаживание временных рядов экономических показателей. Расчет показателей динамики развития экономических процессов. Методы анализа сезонных колебаний в экономике.

Трендовые модели на основе кривых роста. Оценка адекватности и точности трендовых моделей. Прогнозирование экономической динамики на основе трендовых моделей. Адаптивные модели прогнозирования.

Оценка эффективности новых технологий. Вектор Фробениуса-Перрона. Теорема о магистрали Моришиму. Оптимальные траектории экономической динамики.

## **Тема 6. Прикладные и теоретические модели микро- и макроэкономических процессов**

Общие понятия эконометрических моделей. Задачи экономического анализа, решаемые на основе регрессионных эконометрических моделей. Оценка качества эконометрических регрессионных моделей и прогнозирование на их основе. Производственные функции.

Моделирование спроса и потребления. Модели управления запасами. Моделирование систем массового обслуживания. Элементы теории игр в задачах моделирования экономических процессов. Динамические модели макроэкономики.

Задача об оптимальном использовании ресурсов при производственном планировании. Задача о нахождении оптимальной комбинации различных видов продукции для хранения на складах. Транспортные задачи.

#### **4. Материалы текущего контроля успеваемости и фонд оценочных средств промежуточной аттестации по дисциплине**

##### **4.1. Формы и методы текущего контроля успеваемости обучающихся и промежуточной аттестации**

**4.1.1. В ходе реализации дисциплины Б1.В.ДВ.01.02 «Экономико-математическое моделирование» используются следующие методы текущего контроля успеваемости обучающихся:**

- при проведении занятий лекционного типа:  
опрос;
- при проведении занятий семинарского типа:  
контрольная работа, практическая работа;
- при контроле результатов самостоятельной работы студентов:  
решение задач.

4.1.2. Зачет проводится в письменной форме решением задач билета.

##### **4.2. Материалы текущего контроля успеваемости обучающихся**

#### **Типовые оценочные материалы по теме 1**

##### **Вопросы к опросу:**

1. Что изучает экономико-математическое программирование?
2. Дайте характеристику этапов экономико-математического моделирования?
3. Какие формы ЗЛП существуют?
4. Перечислите основные достоинства и недостатки градиентного спуска?
5. Чем характерен метод Ньютона
6. Сформулируйте общую постановку задачи линейного программирования?
7. Каковы особенности канонической формы записи этой задачи?
8. Опишите процедура преобразования ЗЛП в канонический вид?
9. Приведите пример ЗЛП, для которой, множество планов пусто?
10. Приведите пример ЗЛП, где целевая функция неограниченно убывает?

##### **Типовые задачи:**

$4x_1 - x_2 + 2x_3 - 3x_4 = 2,$	$x_1 + x_2 - x_3 + 2x_4 = 2,$	$x_1 + 2x_2 + x_3 + x_4 - 3x_5 = 4,$
а) $2x_1 + 3x_2 - x_3 + x_4 = 5,$	б) $-x_1 + x_2 - 3x_3 - x_4 = 1,$	$3x_1 + 4x_2 - 2x_3 - x_4 + x_5 = 6,$
$x_1 - 4x_2 + 3x_3 - 4x_4 = -3;$	$3x_1 - x_2 + 5x_3 + 4x_4 = 3;$	в) $-x_1 + 4x_3 + 3x_4 - 7x_5 = 2,$
		$2x_1 + 6x_2 - x_3 + x_5 = 6.$

1. Исследовать методом Жордана-Гаусса систему линейных уравнений; в случае совместности системы найти общее решение, некоторое частное небазисное решение, все базисные решения, указав при этом опорные решения:
2. Привести к канонической форме следующую задачу линейного программирования:



$$\begin{array}{ll}
 \text{а) } \begin{array}{l} -x_1 + x_2 \rightarrow \max \\ 3x_1 + x_2 \geq 3 \\ x_1 - x_2 \leq 0 \\ x_1 \geq 0 \end{array} & \text{б) } \begin{array}{l} x_1 + 3x_2 \rightarrow \min \\ 7x_1 + x_2 \leq 3 \\ x_1 + 2x_2 \geq 0 \\ x_1 \geq 0 \end{array}
 \end{array}$$

3. Привести к векторно-матричной форме задачу линейного программирования

$$\begin{array}{l}
 -x_1 + x_2 \rightarrow \max \\
 x_1 + 8x_2 \geq 1 \\
 2x_1 - 3x_2 \leq 0 \\
 x_1 \geq 0
 \end{array}$$

## Типовые оценочные материалы по теме 2

### Вопросы к опросу:

1. В чем состоят особенности влияния факторов риска, неизвестных на момент принятия решений?
2. Дайте общую характеристику метода Жордана-Гаусса исследования систем линейных уравнений.
3. В чем суть симплекс-метода? На каких свойствах задач линейного программирования он основан?
4. Сформулируйте последовательность этапов практической реализации алгоритмов симплекс-метода при решении задач линейного программирования.
5. Сформулируйте алгоритм реализации двойственного симплекс-метода?
6. Какими программными средствами реализуют Р-метод на практике?
7. Когда возникает необходимость использования симплекс-метода с искусственным базисом (М-метода)? В чем суть этой модификации симплекс-метода?
8. В чем заключаются особенности учета факторов изменения финансового состояния фирмы?
9. В чем заключается геометрическая интерпретация задачи линейного программирования?
10. Каковы основные этапы графического метода решения задач линейного программирования?

### Контрольная работа

1. Решить симплексным методом задачи линейного программирования по вариантам:

Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3
$\max f(\bar{X}) = -x_1 + x_2$	$\max f(\bar{X}) = -2x_1 - 3x_2$	$\max f(\bar{X}) = 2x_1 - x_2$
$-2x_1 + x_2 \leq 15$	$3x_1 + 3x_2 \geq 15$	$2x_1 - 3x_2 - x_2 \geq 3$
$x_1 + x_2 \leq 3$	$3x_1 + 3x_2 \leq 9$	$x_1 - x_2 + x_2 \geq 2$
$x_2 \leq 6$	$x_1 \leq 4$	$0 \leq x_1 \leq 5$
$x_1, 2 \geq 0$	$x_1, 2 \geq 0$	$x_1, 2, 3 \geq 0$

2. Решить графическим методом следующие задачи линейного программирования согласно варианту:

Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3
$\max f(\bar{X}) = x_1 + 3x_2$	$\max f(\bar{X}) = -6x_1 + 9x_2$	$\max f(\bar{X}) = 2x_1 - x_2$
$-x_1 + x_2 \leq 3$	$x_1 + 3x_2 \geq 9$	$2x_1 + 3x_2 \geq 12$
$x_1 + x_2 \leq 7$	$-2x_1 + x_2 \leq 5$	$x_1 - x_2 \leq 1$
$3x_1 + x_2 \leq 1$	$2x_1 + 3x_2 \leq 0$	$0 \leq x_1 \leq 5$
$x_1, 2 \geq 0$	$x_1, 2 \geq 0$	$x_1, 2 \geq 0$

3. Решите симплекс-методом задачу линейного программирования согласно варианту:

Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3
$3x_1 + x_2 - x_3 \rightarrow \min$	$3x_2 + x_4 - x_3 \rightarrow \max$	$-3x_1 + x_2 - 4x_3 \rightarrow \max$
$4x_1 + x_2 - x_3 \geq 9$	$4x_1 + x_4 - x_2 = 9$	$-x_1 + x_3 + x_4 = 1$
$x_1 - 2x_2 + x_3 \geq 5$	$x_1 - 2x_2 + x_3 = 5$	$-5x_1 - x_2 + x_3 = 2$

$$-x_1 - x_2 - 8x_3 \geq 2$$

$$x_1, 2, 3 \geq 0$$

$$-x_4 - x_2 + 8x_1 = 2$$

$$x_1, 2, 3, 4 \geq 0$$

$$-8x_1 + x_2 + 2x_3 - 8x_5 = 3$$

$$x_1, 2, 3, 4, 5 \geq 0$$

### Типовые оценочные материалы по теме 3

#### Вопросы к опросу:

1. Дайте характеристику оптимального решения в ЗЛП?
2. В чем суть принципа оптимальности в планировании и управлении?
3. Опишите свойства модели Леонтьева?
4. Сформулируйте основные задачи целочисленного программирования.
5. В чем сущность задач многокритериальной оптимизации? Дайте характеристику метода последовательных уступок.
6. Раскройте основные понятия имитационного моделирования и перечислите этапы машинной имитации как экспериментального метода изучения социально-экономических процессов.
7. В чем заключается задача многокритериальной оптимизации в экономике?
8. Дайте характеристику процессу постановки задачи оптимизации?
9. Сформулируйте принцип оптимальности по Парето?
10. Поясните принципиальную схему межотраслевого баланса?

#### Практическая работа:

##### Вариант 1.

Задание: для выпуска четырех видов продукции требуются затраты сырья, рабочего времени и оборудования. Исходные данные приведены в таблице.

Нормы затрат ресурсов на единицу продукции

Тип ресурса	1	2	3	4
Сырье	3	5	2	4
Рабочее время	22	14	18	30
Оборудование	10	14	8	16
Прибыль на ед. продукции	30	25	8	16

Сформулировать экономико-математическую модель задачи на максимум прибыли и найти оптимальный план выпуска продукции.

##### Вариант 2.

Задание: торговая фирма для продажи товаров трех видов использует ресурсы: время и площадь торговых залов. Затраты ресурсов на продажу одной партии товаров каждого вида даны в таблице. Прибыль, получаемая от реализации одной партии товаров 1-го вида –  $n$  у.е., 2-го вида –  $n + 3$  у.е., 3-го вида –  $n + 1$  6 у.е. Определить оптимальную структуру товарооборота, обеспечивающую фирме максимальную прибыль.

Ресурсы	Вид товара			Объем ресурсов
	1	2	3	
Время, чел.-ч	0,5	0,7	0,6	300n
Площадь, кв.м.	0,1	0,3	0,2	90n

##### Вариант 3.

Задание: необходимо доставить груз от трех поставщиков  $A = (a_i)$ , ( $i = 1,2,3$ ) четырем потребителям  $B = (b_j)$ , ( $j = 1,2,3,4$ ). Известна матрица затрат на доставку единицы груза от каждого поставщика потребителю (в условных единицах), мощности поставщиков  $a_i$ , спрос потребителей в грузах  $b_j$  (данные в таблице). Чтобы получить таблицу транспортных расходов подставьте номер  $n$  по списку.

$b_j \backslash a_i$	25	30	40	45
60	$2+2n$	$18+n$	$30-n$	$2+3n$

35	$16+n$	$22-2n$	$7+2n$	$46-2n$
40	$35-n$	$29-n$	$10+n$	$4+3n$

Требуется: а) составить экономико-математическую модель данной ситуации; б) найти оптимальный план перевозок и указать минимальные затраты.

Примечание: если в таблице получаются отрицательные значения, то нужно взять их по абсолютной величине.

Требования к отчету:

1. В отчете необходимо отразить сформулированные выводы по проделанной работе на практическом занятии. Также необходимо ответить на следующие вопросы по теме задачи:

А. Насколько объективен выбор симплекс-метода для решения поставленной задачи?

В. Является данная система несовместной? Можно ли сделать вывод, что если система ограничений несовместна, то задача линейного программирования неразрешима?

С. Оцените оптимальность решения данной задачи?

2. Требования к оформлению: Файл назвать «Фамилия, Отчет №1». Формат страницы: А4 (210×297мм). Шрифт: Times New Roman, кегль 14, межстрочный интервал полуторный. Выравнивание по ширине, отступ первой строки 1,25 см. Поля: правое – 1 см, левое – 3 см, верхнее и нижнее – 2 см. Отчет оформляется следующим образом: название прописными буквами по центру. Строкой ниже по центру – инициалы, фамилии автора.

#### Типовые оценочные материалы по теме 4

##### Вопросы к опросу:

1. Что такое двойственная задача в линейном программировании? Сформулируйте основные теоремы теории двойственности.
2. Поясните экономический смысл теорем двойственности, дайте экономическую интерпретацию свойств двойственных оценок.
3. Сформулируйте теорию двойственности в линейном программировании?
4. Сформулируйте теорему Куна-Таккера.
5. Что такое условия дополняющей нежесткости?
6. Дайте краткую характеристику задач динамического программирования и методов их решения?
7. Что такое функция Лагранжа?
8. Сформулируйте условия разрешимости задачи линейного программирования.
9. Опишите как задается целевая функция двойственной задачи линейного программирования?
10. Перечислите условия уравнения Слущкого-Хикса.

##### Типовые задачи:

1. Составить математическую модель двойственной задачи и по решению исходной найти оптимальное решение двойственной:

$$\begin{aligned}
 Z(X) &= 2x_1 + nx_2 - 3x_3 - x_4 \rightarrow \\
 \max \\
 x_1 + 8x_2 &\geq 1 \\
 2x_1 - 3x_2 &\leq 0 \\
 x_1 &\geq 0
 \end{aligned}$$

2. С помощью метода Лагранжа найти условный экстремум функционала Z:

А.  $Z = x_1 * x_2$  при  $x_1^2 + x_2^2 = 2$ ;

В.  $Z = x_1^2 + x_2^2$  при  $x_1 + x_2 = 2$ ,  $x_1, x_2 \geq 0$ ;

С.  $Z = x_1 + x_2$  при  $1/x_1 + 1/x_2 = 1$ .

3. Найти решения следующих задач линейного программирования методом Гомори:

	$\max f(X) = 3x_1 + 3x_2$		$\max f(X) = 3x_1 + 4x_2$
	$x_1 + 3x_2 \geq 6$		$3x_1 + 2x_2 \leq 6$
a)	$x_1 - 2x_2 \leq 36$	б)	$x_1 - 4x_2 \leq 8$
	$x_2 \leq 13$		$x_1 + 4x_2 \leq 10$
	$x_{1,2} \geq 0$		$x_{1,2} \geq 0$

### Типовые оценочные материалы по теме 5

#### Вопросы к опросу:

1. Дайте определение временного экономического ряда и характеристику его структурно образующих элементов.
2. Перечислите основные принципы общей концепции метода динамического программирования.
3. Дайте характеристику построения вектора Фробениуса-Перрона?
4. Что такое аномальный уровень временного ряда? Какие методы обнаружения и устранения аномальных уровней вы знаете?
5. Перечислите основные этапы изученных методов определения наличия тренда.
6. Поясните суть методов механического сглаживания временных рядов. Дайте сравнительную характеристику этих методов.
8. Дайте характеристику явления сезонности в экономических процессах. Какие методы выявления и фильтрации сезонной компоненты временного ряда вы знаете?
9. Поясните суть статистических методов анализа сезонности. Что такое сезонная волна?
10. Дайте характеристику методов гармонического анализа сезонности на основе выравнивания по ряду Фурье.
11. Как определяется наличие тренда во временном ряду?

#### Практическая работа:

Временной ряд задан в таблице

$t$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$y_t$	43	47	50	48	54	57	61	59	65	62

Задание:

1. Сделайте предварительный выбор наилучшей кривой роста:
  - а) методом конечных разностей (Тинтнера);
  - б) методом характеристик прироста.
2. Для исследуемого ряда постройте линейную модель  $\hat{y}_t = a_0 + a_1 t$ , определив ее параметры методом наименьших квадратов.
3. Для исследуемого временного ряда постройте адаптивную модель Брауна с параметром сглаживания  $\alpha = 0,4$  и  $\alpha = 0,7$ ; выбрать наилучшую модель Брауна  $\hat{y}(k) = a_0 + a_1 k$ , где  $k$  — период упреждения (количество шагов вперед).

Требования к отчету:

1. В отчете необходимо отразить сформулированные выводы по проделанной работе на практическом занятии. Также необходимо оценить адекватность построенных моделей на основе исследования:
  - А. близости математического ожидания остаточной компоненты нулю; критическое значение статистики Стьюдента принять  $t_\alpha = 1,09$  (для доверительной вероятности 0,70);
  - В. случайности отклонений остаточной компоненты по критерию пиков (поворотных точек);
  - С. независимости (отсутствия автокорреляции) уровней ряда остатков либо по критерию Дарбина-Уотсона (в качестве критических используйте уровни  $d_1 =$

1,08 и  $d_2 = 1,36$ ), либо по первому коэффициенту автокорреляции (критический уровень принять равным  $r_1 = 0,36$ );

D. нормальности закона распределения остаточной компоненты на основе RS-критерия (в качестве критических уровней принять интервал 2,7 — 3,7).

2. Оценить точность моделей используя показатели среднего квадратического отклонения и средней относительной ошибки аппроксимации.

3. На основе сравнительного анализа адекватности и точности моделей по полученным результатам выбрать лучшую модель, по которой построить точечный и интервальный прогнозы на два шага вперед ( $t_\alpha = 1,09$ ). Результату прогнозирования отразить графически. Построить и проиллюстрировать на графике точечный и интервальный прогнозы на два шага вперед по линейной трендовой модели.

4. Требования к оформлению: Файл назвать «Фамилия, Отчет №1». Формат страницы: А4 (210×297мм). Шрифт: Times New Roman, кегль 14, межстрочный интервал полуторный. Выравнивание по ширине, отступ первой строки 1,25 см. Поля: правое – 1 см, левое – 3 см, верхнее и нижнее – 2 см. Отчет оформляется следующим образом: название прописными буквами по центру. Строкой ниже по центру – инициалы, фамилии автора.

## Типовые оценочные материалы по теме 6

### Вопросы к опросу:

1. Опишите модель оптимального распределения ресурсов.
2. Как формируются оптимальные решения в задачах изучения потребительского спроса?
3. Опишите функцию полезности и процесс формирования потребительских потребностей?
4. Какие особенности вносят задачи оптимизации в модель общего рыночного равновесия?
5. Как проводят оценку найденного опорного решения на оптимальность в транспортной задаче?
6. Что называют сетевой моделью?
7. Опишите основные положения теории игр.
8. Чем характеризуются системы массового обслуживания?
9. Раскройте экономический смысл основных предположений в макромоделли Солоу.
10. Сформулируйте «золотое правило» экономического роста, вытекающее из модели Солоу с производственной функцией Кобба-Дугласа.

### Типовые задачи:

1. Целевая функция потребления для двух товаров имеет вид  $U(Y) = 3y_1^2y_2^3$ , а вектор  $P = (6, 9)$ ; величину дохода обозначим  $Z$ . Построить аналитические функции спроса на товары от дохода  $y_1 = f_1(Z)$  и  $y_2 = f_2(Z)$ .

Примечание: вычислить предельные полезности и использовать необходимые условия оптимума целевой функции потребления.

2. Данные опроса восьми групп семей о расходах на продукты питания в зависимости от уровня доходов семьи приведены в таблице (числа относительные в расчете на 100 руб. дохода и расхода):

Доходы семьи (х)	1,4	3,3	5,5	7,6	9,8	12,0	14,7	18,9
Расходы на продукты питания (у)	U	1,4	2,0	2,4	2,8	3,1	3,5	4,0

Требуется:

- 1) рассчитать коэффициент корреляции и оценить тесноту связи между доходами семьи и расходами на продукты питания;

- 2) построить линейную однофакторную модель зависимости расходов на питание от дохода семьи;
- 3) рассчитать коэффициент детерминации, коэффициент эластичности и бета-коэффициент и пояснить их экономический смысл;
- 4) найти среднюю по модулю относительную ошибку аппроксимации и оценить точность построенной регрессионной модели.

3. Результаты обследования 10 статистически однородных филиалов фирмы приведены в таблице (числа условные):

Номер филиала	Производительность труда	Фондовооруженность Од)	Энерговооруженность (x <sub>2</sub> )
1	74	33	56
2	84	34	58
3	73	36	67
4	93	35	70
5	56	33	73
6	71	37	77
7	117	39	78
8	111	42	99
9	135	43	93
10	125	44	96

Требуется:

- 1) рассчитать парные коэффициенты корреляции и пояснить их экономический смысл;
- 2) найти коэффициент множественной корреляции и совокупный коэффициент детерминации и охарактеризовать степень совместного влияния факторов фондовооруженности и энерговооруженности на производительность труда;
- 3) построить модель множественной линейной регрессии производительности труда от факторов фондо- и энерговооруженности;
- 4) рассчитать частные коэффициенты корреляции, детерминации, эластичности и частные бета-коэффициенты и с их помощью оценить влияние отдельных факторов (при неизменном значении других).

#### 4.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации

##### 4.3.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Код компетенции	Наименование компетенции	Код этапа освоения компетенции	Наименование этапа освоения компетенции
ПК-2	Способность использовать инструментальные средства (пакеты прикладных программ) для решения прикладных инженерно-технических и технико-	ПК-2.1	Способность использовать инструментальные средства (пакеты прикладных программ) для организации и контроля проведения работ по

	экономических задач, планирования и проведения работ по проекту		проекту
--	---	--	---------

#### 4.3.2 Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования

Этап освоения компетенции	Показатель оценивания	Критерий оценивания
ПК-2.1	проводит декомпозицию процессов организации; проводит исследование бизнес-процессов организации и описывает в виде моделей различных нотаций	<p><b>на уровне знаний:</b>  предмета, целей, задач и этапов эконометрического моделирования; методологии использования эконометрических моделей для анализа данных;  основных понятий и формулировки задачи линейного программирования; особенностей методов целочисленного, нелинейного, динамического программирования и имитационного моделирования;  основных этапов анализа временных рядов экономической динамики; методов оценки значимости параметров различных эконометрических моделей;  оценки моделей регрессии и прогнозирования на основе этих моделей;  экономического содержания составных элементов производственных функций; общих подходов к моделированию потребления и спроса; основных типов функций покупательского спроса; элементов теории игр</p> <p><b>на уровне умений:</b>  формализовывать и описывать реальные бизнес-процессы в виде математических моделей;  анализировать во взаимосвязи экономические явления и процессы; проводить количественное прогнозирование и моделирование управления бизнес-процессами; различать типы экономико-математических моделей;  формулировать общую постановку задач линейного программирования; выбирать необходимые методы для реализации задач анализа данных с</p>

		<p>помощью регрессионных моделей; оценивать достоверность регрессионных моделей; применять методы целочисленного и многокритериального программирования при решении практических задач; формулировать основные виды макроэкономических моделей</p> <p><b>на уровне навыков:</b></p> <p>владения основными принципами системного подхода к анализу экономических процессов; решения прикладных задач с применением математического аппарата линейного программирования; постановки и решения задач целочисленного программирования и многокритериальной оптимизации; владения основными методами обработки временных рядов и выявления сезонных волн в этих рядах; проведения поиска и анализа информации, необходимой для построения эконометрической модели; построения базовых моделей микро- и макроэкономических процессов</p>
--	--	--

**4.3.3 Типовые контрольные задания или иные материалы (типичные оценочные материалы), необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

Типовые варианты билетов

**Билет №1**

1. Решите задачу линейного программирования симплекс-методом:

$$\begin{aligned}
 Z(X) &= 2x_1 + 3x_2 - x_4 \rightarrow \max \\
 2x_1 - 2x_2 - x_4 + x_5 &= 16, \\
 3x_1 - 2x_2 - x_3 + 3x_4 &= 18, \\
 -x_1 + 3x_2 - 4x_4 + x_6 &= 24, \\
 x_1 \dots 6 &\geq 0
 \end{aligned}$$

2. Розничное торговое предприятие разработало несколько вариантов плана продаж товаров на предстоящей ярмарке с учетом конъюнктуры рынка и спроса покупателей. Получающиеся от их возможных сочетаний показатели прибыли представлены в таблице. Определить: оптимальный план продажи товаров и цену игры; какой стратегии следует придерживаться торговому предприятию, если наиболее вероятной является ситуация:  $C_1 - 30\%$ ,  $C_2 - 30\%$ ,  $C_3 - 40\%$ .



План продажи	Величина прибыли в зависимости от спроса, млн.р		
	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>
П <sub>1</sub>	2+n	1+n	3+n
П <sub>2</sub>	1+n	2+n	3+n
П <sub>3</sub>	2+n	3+n	1+n

3. Фирма реализует со склада по заявкам телевизоры, причем ежедневный спрос является случайной величиной с симметричной «треугольной» функцией плотности распределения (см. рис. 8.10, а) и колеблется от 30 до 70 телевизоров в день. Средние издержки хранения одного телевизора в день составляют 6 руб., а штраф за недопоставку одного телевизора в день равен 12 руб. Определить стратегию оптимального пополнения запаса телевизоров и минимальные средние полные издержки.

### Билет №2

1. Составить математическую модель двойственной задачи и по решению исходной найти оптимальное решение двойственной:

$$\begin{aligned}
 Z(X) &= 2x_1 + nx_2 - 3x_3 - x_4 \rightarrow \max \\
 nx_1 + 2x_2 - x_4 &\geq n + 7 \\
 x_1 - 2x_2 - x_4 &\leq 0 \\
 x_1, 2, 3, 4 &\geq 0
 \end{aligned}$$

2. В таблице указан возможный прирост выпуска продукции четырьмя плодово-консервными заводами области в млн.р. при осуществлении инвестиций на их модернизацию с дискретностью 50п млн.р., причем на один завод можно осуществить только одну инвестицию. Составить план распределения инвестиций между заводами области, максимизирующий общий прирост выпуска продукции.

Инвестиции, млн.р.	Прирост выпуска продукции, млн.р.			
	Заводы			
	1	2	3	4
50n	25 + n	30 + n	36 + n	28 + n
100n	34 + n	70 + n	64 + n	52 + n
150n	14 + 71	75 + n	44 + n	61 + n
200n	10 + n	12 + n	24 + n	56 + n

3. Магазин ежедневно продает 100 телевизоров. Накладные расходы на поставку партии телевизоров в магазин оцениваются в 300 руб. Стоимость хранения одного телевизора на складе магазина составляет 6 руб. Определить оптимальный объем партии телевизоров, оптимальные среднесуточные издержки на хранение и пополнение запасов телевизоров на складе. Чему будут равны эти издержки при объемах партий 50 и 300 телевизоров?

Примечание: работу склада принять идеальной и воспользоваться формулой Уилсона.

### Шкала оценивания

Оценка	Требования к знаниям
«зачтено»	<p>Оценка «зачтено» выставляется, если студент демонстрирует:</p> <p><b>знание:</b>  предмета, целей, задач и этапов эконометрического моделирования;  методологии использования эконометрических моделей для анализа данных;  основных понятий и формулировки задачи линейного программирования;  особенностей методов целочисленного, нелинейного, динамического программирования и имитационного моделирования;  основных этапов анализа временных рядов экономической динамики;  методов оценки значимости параметров различных эконометрических моделей;  оценки моделей регрессии и прогнозирования на основе этих моделей;  экономического содержания составных элементов производственных функций;  общих подходов к моделированию потребления и спроса;  основных типов функций покупательского спроса;  элементов теории игр</p> <p><b>умение:</b>  формализовывать и описывать реальные бизнес-процессы в виде математических моделей;  анализировать во взаимосвязи экономические явления и процессы;  проводить количественное прогнозирование и моделирование управления бизнес- процессами;  различать типы экономико-математических моделей;  формулировать общую постановку задач линейного программирования;  выбирать необходимые методы для реализации задач анализа данных с помощью регрессионных моделей;  оценивать достоверность регрессионных моделей;  применять методы целочисленного и многокритериального программирования при решении практических задач;  формулировать основные виды макроэкономических моделей</p> <p><b>навыки:</b>  владения основными принципами системного подхода к анализу экономических процессов;  решения прикладных задач с применением математического аппарата линейного программирования;  постановки и решения задач целочисленного программирования и многокритериальной оптимизации;  владения основными методами обработки временных рядов и выявления сезонных волн в этих рядах;  проведения поиска и анализа информации, необходимой для построения эконометрической модели;  построения базовых моделей микро- и макроэкономических процессов</p>

«не зачтено»	Оценка «не зачтено» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы. Как правило, оценка «не зачтено» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.
--------------	---

#### 4.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Студент должен выполнить все задания и мероприятия, предусмотренные программой дисциплины (по формам текущего контроля). В случае наличия учебной задолженности студент отрабатывает пропущенные занятия в соответствии с требованиями. Оценка студента носит комплексный характер и определяется:

- ответом на зачете;
- учебными достижениями в семестровый период.

Зачет проводится в письменной форме решением задач.

Каждый билет состоит из 3 заданий. На выполнение заданий студенту отводится 90 минут. После проверки преподавателем ответов(решений) на каждое задание студенту могут быть заданы дополнительные уточняющие вопросы. В случае если студент при ответе допустил несущественные неточности, ему могут быть заданы дополнительные вопросы по темам курса. Результат работы озвучивается сразу по завершению проверки работы и опроса студента.

Результат вносится в аттестационную ведомость и в зачетную книжку. Оценка «не зачтено» проставляется только в ведомости.

Сдача зачета добавляет к набранному количеству баллов не более 30.

№ вопроса	Содержание задания	Максимальное значение в баллах
1	Практико-ориентированное задание	10
2	Практико-ориентированное задание	10
3	Практико-ориентированное задание	10
Итого		30

#### Критерии оценки

Количество баллов	Требования
30-25	Выставляется студенту, полностью освоившему материал дисциплины в соответствии с учебной программой, включая вопросы, рассматриваемые в рекомендованной программой дополнительной справочно-нормативной и научно-технической литературы, свободно владеющему основными понятиями дисциплины. Требуется полное понимание и четкость изложения ответов по предложенному вопросу и дополнительным вопросам, заданным экзаменатором.
24-19	Заслуживает студент, ответивший полностью и без ошибок на

	предложенные вопросы и показавший знания основных понятий дисциплины в соответствии с обязательной программой курса и рекомендованной основной литературой.
18-11	Дан недостаточно полный и недостаточно развернутый ответ. Логика и последовательность изложения имеют нарушения. Допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов. Студент не способен самостоятельно выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. Речевое оформление требует поправок, коррекции.
10-0	Дан неполный ответ теме вопроса с существенными ошибками в определениях. Присутствуют фрагментарность. Студент не осознает связь данного понятия, теории, явления с другими объектами дисциплины. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Речь неграмотная. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента.

#### **Состав балльно-рейтинговой оценки**

№ контрольной точки	Виды контроля	Максимальное значение в баллах
1	Решение задач	5
2	Контрольная работа	7
3	Практическая работа	9
4	Контрольная работа	7
5	Практическая работа	9
6	Решение задач	5
7	Практическая работа	9
8	Решение задач	5
Активность на лекционных занятиях (опрос)		14
Сумма баллов по итогам текущего контроля		70
Результат промежуточной аттестации		30
Итого		100

#### **Опрос**

В ходе текущей аттестации проверяется знание обучающимися основных понятий по теме, необходимых для дальнейшего освоения дисциплины. Для студента предоставляется возможность продемонстрировать знание изученного материала с использованием профессиональной лексики и терминологии.

#### **Критерии оценки**

Количество баллов	Требования
-------------------	------------

14-11	Отвечая на поставленные вопросы, студент продемонстрировал свободное владение основными понятиями и материалом дисциплины в соответствии с учебной программой. Требуется полное понимание и четкость изложения ответов по предложенному вопросу и дополнительным вопросам, заданным преподавателем.
10-6	Заслуживает студент, ответивший полностью и без ошибок на предложенные вопросы и показавший знания основных понятий дисциплины в соответствии с обязательной программой дисциплины. Однако студент может конкретизировать обобщенные знания, доказав на примерах их основные положения только с помощью преподавателя.
5-3	Дан недостаточно полный, представляющий собой разрозненные знания по теме вопроса с существенными ошибками в определениях. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов. Студент не способен самостоятельно выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи.
2-0	Выставляется студенту при неполном ответе или отсутствии ответа, имеющего отношение к вопросу. Студент не осознает связь данного понятия, теории, явления с другими объектами дисциплины. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения.

### Решение задач

Данная форма контроля позволяет студенту прочно усвоить пройденный материал, осознать задачу и логику выполнения упражнения. Решенная задача оценивается по следующим критериям:

- Степень и уровень выполнения задания
- Правильность и полнота результатов задачи;
- Аккуратность в оформлении работы;

Количество баллов	Требования
5	Работа выполнена в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности.
4	Работа выполнена не полностью, но объем выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты.
3	В логическом рассуждении нет существенных ошибок, но допущены существенные ошибки. Задача выполнена в общем виде.
2	Задача выполнена частично, с большим количеством ошибок. По итогу невозможно сделать правильный вывод.
1	Задача выполнена неправильно, а объем выполненной части задачи не позволяет сделать правильных выводов.
0	Задача не выполнена или не сдана в срок

### Контрольная работа

Контрольная работа проводится в аудитории под контролем преподавателя. На выполнение одного варианта работы обучающемуся отводится 90 минут. Ответы подтверждаются расчетами и дается оценка полученных результатов

#### Критерии оценки

Количество баллов	Требования
7-6	Работа выполнена в полном объеме. Выполнены необходимые расчеты, ошибок в расчетах нет.

5-4	Выполнены необходимые расчеты, но в некоторых из них есть ошибки. Работа выполнена не полностью, но объем выполненной части позволяет сделать необходимые выводы.
3-2	Выполнены не все необходимые расчеты, в них есть серьезные ошибки. Задания выполнены в общем виде.
1-0	Ответы на большинство вопросов в контрольной работе не даны или даны неверно. По итогу выполненных заданий невозможно сделать правильный вывод.

### Практическая работа

Выполнение практических работ способствует углублению, закреплению и конкретизации приобретенных теоретических знаний, формированию практических умений и навыков, необходимых для учебной, исследовательской и производственной деятельности.

Активность на практических занятиях оценивается по следующим критериям:

- ответы на вопросы, предлагаемые преподавателем;
- участие в дискуссиях;
- выполнение проектных и иных заданий;
- ассистирование преподавателю в проведении занятий.

По завершению практической работы студент должен сдать письменный отчет, в котором должны быть сформулированы цель и задача работы, подробно описан ход выполнения, а также, выводы о проделанной работе. Отчет должен быть оформлен согласно предоставленным преподавателем требованиям. Практическая работа считается успешно выполненной если студент:

- смог самостоятельно объяснить ход выполнения и сформулировать вывод о результатах работы преподавателю непосредственно перед сдачей;
- выполнил все условия поставленной в практической работе задачи;
- сдал отчет в установленный преподавателем срок (но не раньше 1 и не позднее 4 календарных дней после проведения практической работы).

### Критерии оценки

Количество баллов	Требования
9-8	Составлен правильный алгоритм выполнения задания, выполнены необходимые расчеты, ошибок в расчетах нет. В логическом рассуждении нет ошибок, Работа выполнена в полном объеме. Отчет оформлен аккуратно, согласно требованиям. Студент, продемонстрировал полное понимание всех выводов и алгоритма защищаемой работы. Студент четко и правильно изложил ответы. Работа сдана в срок.
7-6	В логической последовательности критических ошибок нет. Задание выполнено не в полном объеме, но достаточном для вывода правильных результатов. Допущены несущественные ошибки. Выставляется студенту, продемонстрировавшему понимание основных положений защищаемой работы. Есть ошибки в оформлении, не все требования соблюдены. На большинство вопросов о ходе работы и выводах дан четкий и правильный ответ. Работа сдана в срок.
5-3	Задание выполнено не полностью. Выполнены не все необходимые расчеты, в них есть серьезные ошибки. Студент дал недостаточно полные ответы о ходе проведения работы и выводах, на некоторые из них дал ошибочные ответы или не ответил. Отчет оформлен не по требованиям. Работа не сдана в срок.
2-0	Задание не выполнено или выполнено неправильно, а объем выполненной

	части работы не позволяет сделать правильных выводов. Ответы на большинство вопросов не даны. Работа не сдана или сдана не в срок.
--	--

## 5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Процесс обучения по дисциплине Б1.В.ДВ.01.02 «Экономико-математическое моделирование» включает следующие основные виды занятий:

1. лекции;
2. практические занятия;
3. самостоятельная работа.

На лекциях студенты изучают основные эконометрические модели, знакомятся с наиболее известными работами ученых и существующими практическими разработками в данной области, закрепляя полученные знания на практических занятиях. С целью обеспечения успешного обучения студенту необходимо готовиться к каждой лекции, т.к. она является важнейшей формой организации учебного процесса, поскольку знакомит с новым учебным материалом, разъясняет учебные элементы, трудные для понимания, систематизирует учебный материал, ориентирует в учебном процессе.

Подготовку к лекции рекомендуется проводить по следующему плану:

1. внимательно прочитайте материал предыдущей лекции;
2. узнайте тему предстоящей лекции (по тематическому плану, по информации лектора);
3. ознакомьтесь с учебным материалом по учебнику и учебным пособиям;
4. постарайтесь уяснить место изучаемой темы в своей профессиональной подготовке;
5. запишите возможные вопросы, которые вы зададите лектору на лекции.

Подготовку к практическому занятию рекомендуется проводить по следующему плану:

1. внимательно прочитайте материал лекций, относящихся к данному семинарскому занятию, ознакомьтесь с учебным материалом по учебнику и учебным пособиям;
2. выпишите основные термины;
3. ответьте на контрольные вопросы по семинарским занятиям, готовьтесь дать развернутый ответ на каждый из вопросов;
4. уясните, какие учебные элементы остались для вас неясными и постарайтесь получить на них ответ заранее (до семинарского занятия) во время текущих консультаций преподавателя;
5. готовиться можно индивидуально, парами или в составе малой группы, последние являются эффективными формами работы.

Получение углубленных знаний по изучаемой дисциплине достигается за счет дополнения часов аудиторной нагрузки самостоятельной работой студентов, которая выражается в анализе дополнительной литературы по учебной дисциплине и подготовке реферативных материалов по отдельным темам учебной программы.

### Вопросы для самостоятельной подготовки к занятиям лекционного, практического (семинарского) типов

№	Наименование тем и/или разделов	Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение
Тема 1	Основы и постановка задачи линейного программирования	<p>1. Теорема Кронекера-Капелли.  2. Линейная модель торговли.  3. Решение примеров линейной алгебры с помощью MathCAD.</p> <p>Алексеев, Г. В. Численное экономико-математическое моделирование и оптимизация: учебное пособие, глава 1</p>

Тема 2	Симплекс-метод. Двойственный симплекс-метод. Графический метод решения задачи линейного программирования	1. Транспортная задача с осложнениями. 2. Чистые и смешанные стратегии в матричных играх.  Алексеев, Г. В. Численное экономико-математическое моделирование и оптимизация: учебное пособие, глава 2
Тема 3	Задачи условной и безусловной оптимизации	1. Численные методы дифференцирования. 2. Аппроксимация производных. 3. Частные производные. 4. Элементы разности схем. 5. Численные методы интегрирования.  Попов, А. М. Экономико-математические методы и модели: учебник для прикладного бакалавриата, глава 7
Тема 4	Двойственная задача линейного программирования	1. Объективно обусловленные оценки и их смысл.  Исследование операций в экономике: учебник для вузов / под редакцией Н. Ш. Кремера. Глава 6
Тема 5	Методы и модели анализа динамики экономических процессов	1. Операции над нечеткими множествами. 2. Матрица инценденций. 3. Многокритериальный выбор альтернатив принятия решений. 4. Приложения теории нечетких множеств к решению задач.  Попов, А. М. Экономико-математические методы и модели: учебник для прикладного бакалавриата, глава 6
Тема 6	Прикладные и теоретические модели микро- и макроэкономических процессов	1. Модель эндогенного роста Лукаса-Узавы. 2. Примеры использования теории массового обслуживания. 3. Процесс Ито. 4. Задачи теоретических основ электротехники, полезные для экономического образования, на решение стохастических дифференциальных уравнений.  Королев, А. В. Экономико-математические методы и моделирование: учебник и практикум для вузов, глава 7, 9

### **Подготовка к промежуточной аттестации:**

На первом занятии преподаватель информирует обучающихся о применяемой системе текущего контроля успеваемости и форме промежуточной аттестации.

Во время последующих аудиторных занятий – доводит до студентов информацию о результатах текущего контроля успеваемости.

К промежуточной аттестации необходимо готовится целенаправленно, регулярно, систематически и с первых дней обучения по данной дисциплине. Попытки освоить дисциплину в период зачётно-экзаменационной сессии, как правило, показывают не удовлетворительные результаты. В самом начале изучения учебной дисциплины



познакомьтесь со следующей учебно-методической документацией:

- программой дисциплины;
- перечнем знаний и умений, которыми студент должен владеть;
- тематическими планами лекций, семинарских занятий;
- контрольными мероприятиями;
- учебником, учебными пособиями по дисциплине, а также электронными ресурсами;
- перечнем вопросов к зачету.

После этого у вас должно сформироваться четкое представление об объеме и характере получаемых знаний и умений по дисциплине. Систематическое выполнение учебной работы на лекциях и практических занятиях позволит успешно освоить дисциплину и создать хорошую базу для сдачи зачета.

При изучении дисциплины предусматривается обеспечение гармоничной взаимосвязи между аудиторной и самостоятельной работой студентов, для чего в рамках курса предлагается набор активных и интерактивных методов занятий в развитие сюжетов, рассмотренных в рамках лекций и практических занятий.

**6. Основная и дополнительная учебная литература, необходимая для освоения дисциплины, ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", включая перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

#### **6.1. Основная литература**

1. Гармаш, А. Н. Экономико-математические методы и прикладные модели: учебник для бакалавриата и магистратуры / А. Н. Гармаш, И. В. Орлова, В. В. Федосеев; под редакцией В. В. Федосеева. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2019. — 328 с. — (Бакалавр и магистр. Академический курс). — ISBN 978-5-9916-3698-8. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <http://www.biblio-online.ru.ezproxy.ranepa.ru:3561/bcode/406453>

2. Королев, А. В. Экономико-математические методы и моделирование: учебник и практикум для вузов / А. В. Королев. — Москва: Издательство Юрайт, 2020. — 280 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00883-8. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <http://www.biblio-online.ru.ezproxy.ranepa.ru:3561/bcode/451297>

3. Попов, А. М. Экономико-математические методы и модели: учебник для прикладного бакалавриата / А. М. Попов, В. Н. Сотников; под общей редакцией А. М. Попова. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2019. — 345 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-4440-2. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <http://www.biblio-online.ru.ezproxy.ranepa.ru:3561/bcode/425189>

#### **6.2. Дополнительная литература**

1. Смагин, Б. И. Экономико-математические методы: учебник для вузов / Б. И. Смагин. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2020. — 272 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-9814-6. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <http://www.biblio-online.ru.ezproxy.ranepa.ru:3561/bcode/453058>

2. Исследование операций в экономике: учебник для вузов / под редакцией Н. Ш. Кремера. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2020. — 438 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-9922-8. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <http://www.biblio-online.ru.ezproxy.ranepa.ru:3561/bcode/449715>

3. Красс, М. С. Математика в экономике: математические методы и модели: учебник для бакалавров / М. С. Красс, Б. П. Чупрынов; ответственный редактор М. С. Красс. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2019. — 541 с. —

(Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-3138-9. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <http://www.biblio-online.ru.ezproxy.ranepa.ru:3561/bcode/426162>

### **6.3. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы**

1. Полторацкая, Т. Б. Экономико-математическое моделирование в бизнес-системах: учебно-методическое пособие / Т. Б. Полторацкая. — Санкт-Петербург: Университет ИТМО, Институт холода и биотехнологий, 2014. — 28 с. — ISBN 2227-8397. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru.ezproxy.ranepa.ru:3561/65377.html>

2. Алексеев, Г. В. Численное экономико-математическое моделирование и оптимизация: учебное пособие / Г. В. Алексеев, И. И. Холявин. — 2-е изд. — Саратов: Вузовское образование, 2019. — 195 с. — ISBN 978-5-4487-0451-2. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru.ezproxy.ranepa.ru:3561/79692.html>

3. Катаргин, Н. В. Экономико-математическое моделирование в Excel: учебно-методическое пособие / Н. В. Катаргин. — 2-е изд. — Саратов: Вузовское образование, 2019. — 83 с. — ISBN 978-5-4487-0456-7. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru.ezproxy.ranepa.ru:3561/79835.html>

### **6.4. Нормативные правовые документы**

Не используются.

### **6.5. Интернет-ресурсы**

1. <http://www.consultant.ru> / - Консультант плюс
2. <http://www.garant.ru> / - Гарант
3. [www.economist.com](http://www.economist.com) / - журнал The Economist
4. [www.ft.com](http://www.ft.com) / - газета The Financial Times

### **6.6. Иные источники**

Не используются.

**7. Материально-техническая база, информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы и помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования. Помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Для проведения занятий лекционного типа предлагаются наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, обеспечивающие тематические иллюстрации, соответствующие примерным программам дисциплин, рабочим учебным программам дисциплин.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду Академии.

Академия обеспечена необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения: MS Windows, MS Office.

Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ), в том числе в случае применения электронного обучения, дистанционных образовательных технологий, к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам.