

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

Волгоградский институт управления – филиал РАНХиГС

Экономический факультет

(наименование структурного подразделения (института/факультета/филиала))

Кафедра информационных систем и математического моделирования

(наименование кафедры)

УТВЕРЖДЕНА

решением кафедры информационных
систем и математического моделирования
Протокол от «15» мая 2017 г. №10

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДВ.2.1 Экономико-математические методы и модели

(индекс и наименование дисциплины, в соответствии с учебным планом)

38.05.01 Экономическая безопасность

(код и наименование направления подготовки (специальности))

Экономико-правовое обеспечение экономической безопасности

(направленность(и) (профиль (и)/специализация(и))

Экономист

(квалификация)

Очная, заочная

(форма(ы) обучения)

Год набора –2017

Волгоград, 2017 г.

Автор – составитель:

канд. физ.-мат. наук, доцент, доцент кафедры
информационных систем и математического моделирования

Савушкин А.Ю.

Заведующий кафедрой

информационных систем и
математического моделирования
канд. технических наук, доцент

Астафурова О.А.

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы	4
2. Объем и место дисциплины в структуре ОП ВО	5
3. Содержание и структура дисциплины «Экономико-математические методы и модели».....	6
4. Фонд оценочных средств промежуточной аттестации по дисциплине.....	12
5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	50
6. Учебная литература и ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Экономико-математические методы и модели».	54
6.1. Основная литература.	54
6.2. Дополнительная литература.	55
6.3. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы.	55
6.4. Нормативные правовые документы.	56
6.5. Интернет-ресурсы, справочные системы.	56
7. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины	56

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

1.1. Дисциплина Б1.В.ДВ.2.1 «Экономико-математические методы и модели» обеспечивает овладение следующими компетенциями:

Код компетенции	Наименование компетенции	Код этапа освоения компетенции	Наименование этапа освоения компетенции
ОПК – 1	Способность применять математический инструментарий для решения экономических задач.	ОПК-1.3.2	Способность применять теоретические основы финансовых расчетов для решения финансово-экономических задач.
ПК – 1	Способность подготавливать исходные данные, необходимые для расчета экономических и социально-экономических показателей, характеризующих деятельность хозяйствующих субъектов	ПК-1.3.2	Способность применять математический инструментарий и навыки работы на компьютере для формирования данных и проведения расчетов

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

ОТФ/ТФ (при наличии профстандарта)	Код этапа освоения компетенции	Результаты обучения
Научно-методологическая деятельность в статистике/ разработка и совершенствование прикладных статистических методологий (Проф. стандарт «Статистик», утв. Приказом Минтруда России от 08.09.2015 N 605н)	ОПК-1.3.2	<u>На уровне знаний:</u> Назвать основные методы решения задач оптимального планирования и управления, необходимые для построения современных экономико-математических моделей
		<u>На уровне умений:</u> Применять классические оптимизационные методы для решения экономических задач; использовать математический аппарат как инструмент научного познания для исследования математических моделей в экономике; выбрать соответствующий математический инструментарий, необходимый для проведения расчетов и обработки полученных данных в соответствии с поставленной задачей.
		<u>На уровне навыков:</u> Владеть методами математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования, позволяющими строить экономико-математические модели экономических и социально-экономических задач.
Составление и представление финансовой отчетности экономического субъекта/ проведение финансового анализа, бюджетирование и управление денежными потоками (Проф. стандарт «Бухгалтер», утв. Приказом Минтруда России от 22 декабря 2014 г. N 1061н)	ПК-1.3.2	<u>На уровне знаний:</u> Демонстрация знаний основных методов построения, расчета и анализа современной системы показателей, характеризующих деятельность хозяйствующих субъектов на микро- и макроуровне; алгоритмов оптимизации, необходимых для решения задач в экономике и управлении.
		<u>На уровне умений:</u> Умение применять знания для построения экономико-математических моделей, выбора методов идентификации и оценки параметров модели
		<u>На уровне навыков:</u> Свободное владение навыками применения современного математического инструментария для решения экономических задач; интерпретации результатов математического моделирования с точки зрения выработки управленческих решений

2.Объем и место дисциплины в структуре ОП ВО

Дисциплина Б1.В.ДВ.2.1 «Экономико-математические методы и модели» относится к курсам по выбору учебного плана. Освоение дисциплины основывается на знаниях, полученных при изучении курсов Б1.Б.31.14 «Экономическая информатика», Б1.Б.6.1 «Математика». В свою очередь, курс Б1.В.ДВ.2.1 «Экономико-математические методы и модели» может быть полезен для изучения дисциплины Б1.Б.8 «Эконометрика», а также для всех финансово–экономических дисциплин, предусмотренных программой обучения.

В соответствии с учебным планом дисциплина изучается в течение третьего семестра второго курса общим объемом 72 часа (2 ЗЕТ). По очной форме обучения на контактную работу с преподавателем запланировано 38 часов, на самостоятельную работу – 34 часа. По заочной форме обучения на контактную работу с преподавателем запланировано 14 часов, на самостоятельную работу – 54 часа, на контроль – 4 часа.

Формами промежуточной аттестации является зачет + контрольная работа в третьем семестре по завершению изучения курса.

3. Содержание и структура дисциплины «Экономико-математические методы и модели»

Структура дисциплины.

Наименование тем	Объем дисциплины, час.						Форма текущего контроля успеваемости ¹ , промежуточной аттестации
	Всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий				СР	
		Л	ПЗ	ЛР	КСР		
Очная форма обучения, III – семестр							
Тема 1. Задача о назначениях. Венгерский алгоритм решения задачи о назначениях.	5	2	1	–	–	2	О, РЗ
Тема 2. Задача коммивояжера. Поиск оптимального решения.	8	2	2	–	–	4	О, РЗ, РК
Тема 3. Элементы теории графов. Задача о кратчайшем пути в графе.	5	2	1	–	–	2	О, РЗ, РК
Тема 4. Сетевое планирование и управление. Сетевые модели.	8	2	2	–	–	4	О, РЗ, Кр
Тема 5. Элементы теории игр. Принцип «минимакса». Элементарные методы решения игр $2 \times 2, 2 \times n, m \times 2$.	6	2	2	–	–	2	О, РЗ
Тема 6. Приведение матричной игры к задаче линейного программирования. Игры с природой.	8	2		2	–	4	О, РЗ, Т
Тема 7. Линейные балансовые модели в экономике. Модель Леонтьева.	8	2	2	–	–	4	РЗ, Кр
Тема 8. Предельный анализ экономических процессов. Производственные функции. Предельные показатели.	8	2	2	–	–	4	О, РЗ
Тема 9. Модель поведения производителя.	8	2	2	–	–	4	О, РЗ, РК

Наименование тем	Объем дисциплины, час.						Форма текущего контроля успеваемости ¹ , промежуточной аттестации
	Всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий				СР	
		Л	ПЗ	ЛР	КСР		
Тема 10. Задачи оптимизации в экономике. Задача оптимизации выбора потребителя.	8	2	2	–	–	4	О, РЗ, Т
Форма контроля							Зачет, Кр
ИТОГО за курс	72	20	16	2	–	34	
Заочная форма обучения, 2 – курс							
Тема 1. Задача о назначениях. Венгерский алгоритм решения задачи о назначениях.	6		1	–	–	5	РЗ
Тема 2. Задача коммивояжера. Поиск оптимального решения.	6	1		–	–	5	РЗ
Тема 3. Элементы теории графов. Задача о кратчайшем пути в графе.	7		1	–	–	6	О, РК
Тема 4. Сетевое планирование и управление. Сетевые модели.	8	1	1	–	–	6	РЗ
Тема 5. Элементы теории игр. Принцип «минимакса». Элементарные методы решения игр $2 \times 2, 2 \times n, m \times 2$.	6	1		–	–	5	О, РЗ
Тема 6. Приведение матричной игры к задаче линейного программирования. Игры с природой.	7		1	–	–	6	РЗ
Тема 7. Линейные балансовые модели в экономике. Модель Леонтьева.	7	1	1	–	–	5	О, РЗ
Тема 8. Предельный анализ экономических процессов. Производственные функции. Предельные показатели.	7	1	1	–	–	5	Т

Наименование тем	Объем дисциплины, час.						Форма текущего контроля успеваемости ¹ , промежуточной аттестации
	Всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий				СР	
		Л	ПЗ	ЛР	КСР		
Тема 9. Модель поведения производителя.	8	1	1	–	–	6	О, РК
Тема 10. Задачи оптимизации в экономике. Задача оптимизации выбора потребителя.	6		1	–	–	5	РЗ, Кр
Форма контроля	4						Зачет+Кр.
ИТОГО за курс	72	6	8	–	–	54	4

Примечание: 1 – формы текущего контроля успеваемости: опрос (О), тестирование (Т), контрольная работа (Кр), решение задач (РЗ), решение кейсов (РК).

Содержание дисциплины.

№ п/п	Наименование тем (разделов)	Содержание тем (разделов)
Тема 1.	Задача о назначениях. Венгерский алгоритм решения задачи о назначениях.	Постановка задачи. Математическая модель задачи о назначениях. Лемма об оптимальности. Венгерский алгоритм решения задачи на минимум (максимум). Эквивалентные преобразования, «расстановка меток».
Тема 2.	Задача коммивояжера. Поиск оптимального решения.	Общая постановка и математическая модель задачи. Связь с задачей о назначениях. Алгоритм решения задачи коммивояжера. Метод ветвей и границ. Критерий оптимальности. Склеивка циклов. Дерево вариантов, эвристический алгоритм.
Тема 3.	Элементы теории графов. Задача о кратчайшем пути в графе.	Определение графа. Способы задания графа. Характеристики графа. Вершины, ребра, дуги. Маршрут, цепь, простая цепь. Путь и цикл в графе. Связность графа, деревья. Ориентированные графы. Эйлеровы графы. Гамильтоновы графы. Решение задачи о кратчайшем пути в графе. Алгоритм расстановки меток.
Тема 4.	Сетевое планирование и управление. Сетевые модели.	Назначение и области применения сетевого планирования и управления. Назначение, характеристика и структура СПУ. Сетевая модель. Построение сетевого графика. Критический путь. Критическая работа. Резерв времени. Оптимизация сетевых моделей.

№ п/п	Наименование тем (разделов)	Содержание тем (разделов)
Тема 5.	Элементы теории игр. Принцип «минимакса». Элементарные методы решения игр $2 \times 2, 2 \times n, m \times 2$.	Теория игр как математическая теория конфликтных ситуаций. Историческая справка. Основные понятия. Терминология. Антагонистическая игра или игра с нулевой суммой. Личный и случайный ходы. Теоремы фон Неймана. Стратегия игрока. Чистые и смешанные стратегии. Цель теории игр. Решение игры. Платежная матрица. Вполне определенные игры. Нижняя и верхняя цены игры. Принцип «Минимакса». Игры с седловой точкой. Чистая цена игры. Решение игры в чистых стратегиях. Элементарные методы решения игр $2 \times 2, 2 \times n, m \times 2$. Геометрическая интерпретация. Симметрические игры.
Тема 6.	Приведение матричной игры к задаче линейного программирования. Игры с природой.	Моделирование и разрешение игры $m \times n$ как задачи линейного программирования. Принятие решений в условиях неопределенности. Игры с природой. Принципы математического моделирования. Постановка задачи. Матрицы последствий и рисков. Принятие решений в условиях полной неопределенности. Правило Вальда (правило крайнего пессимизма). Правило Сэвиджа (правило минимального риска). Правило Гурвица (взвешивающее пессимистический и оптимистический подходы к ситуации). Принятие решений в условиях частичной неопределенности. Правило максимизации среднего ожидаемого дохода. Правило минимизации среднего ожидаемого риска. Байесовский подход к принятию решений.
Тема 7.	Линейные балансовые модели в экономике. Модель Леонтьева.	Основная задача межотраслевого баланса. Матричная модель Леонтьева межотраслевого баланса. Структура и содержание таблицы межотраслевого баланса. Показатели использования ресурсов. Матрица коэффициентов прямых затрат. Критерий продуктивности. Матрицы коэффициентов косвенных и полных затрат. Конечный продукт.

№ п/п	Наименование тем (разделов)	Содержание тем (разделов)
Тема 8.	Предельный анализ экономических процессов. Производственные функции. Предельные показатели.	Производственные функции. Производственная функция Кобба – Дугласа. Предельные показатели. Ценовая эластичность, предельный продукт, фондоотдача, фондоемкость, предельная производительность. Предельные нормы замещения. Их экономический смысл. Моделирование производственной функции. Изокванты.
Тема 9.	Модель поведения производителя.	Теория одноресурсной фирмы. Многоресурсные функции. Модель оптимального поведения производителя. Золотое правило экономики. Законы Госсена.
Тема 10.	Задачи оптимизации в экономике. Задача оптимизации выбора потребителя.	Постановка задачи. Функция полезности. Основные свойства. Законы Госсена. Точка спроса потребителя. Кривая безразличия. Предельные нормы замещения. Метод Лагранжа исследования на условный экстремум функции многих переменных. Предельная полезность.

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины.

Самостоятельная работа является неотъемлемым элементом учебного процесса. При самостоятельной работе достигается конкретное усвоение учебного материала, развиваются теоретические способности, столь важные для современной подготовки специалистов. Формы самостоятельной работы студентов по дисциплине: написание конспектов, подготовка ответов к вопросам, написание рефератов, решение кейсов, исследовательская работа, выполнение контрольной работы.

Организация самостоятельной работы студентов (СРС) по дисциплине

Б1.В.ДВ.2.1 «Экономико-математические методы и модели»:

№ п/п	Тема	Вопросы, выносимые на СРС	Форма контроля	
			Очная форма	Заочная форма
1.	Линейное и целочисленное программирование.	1. Составление математической модели и решение задачи ЛП графическим и симплексным методом. 2. Производственная задача. Анализ полученного решения. 3. Целочисленное программирование. Решение задач методом Гомори. 4. Решение задач линейного программирования в пакете MSExcel.	О, РЗ	РЗ
2.	Теория двойственности.	Составление двойственной задачи к производственной. Основные теоремы теории двойственности. Анализ оптимального плана двойственной задачи. Решение задачи двойственным симплексным методом.	РК	РК
3.	Транспортная задача.	1. Математическая модель транспортной задачи. Решение транспортной задачи методом потенциалов. 2. Особенности, возникающие при решении транспортной задачи. Открытая модель транспортной задачи. Вырожденность опорного плана.	О, РК	РЗ
4.	Теория игр.	Теоретические основы матричных игр. Теорема Неймана. Равновесие Нэша. Решение игры в смешанных стратегиях. Игры $m \times n$: сведение игры к задаче линейного программирования.	О, РЗ	О, РЗ
5.	Сетевые графики	Расчет временных параметров, построение сетевого графика и распределение ресурсов. Учет стоимостных факторов при реализации сетевого графика. Минимизация сети.	О, РЗ	РЗ

№ п/п	Тема	Вопросы, выносимые на СРС	Форма контроля	
			Очная форма	Заочная форма
6.	Системы массового обслуживания.	Решение СМО с отказом, СМО с неограниченным ожиданием, СМО с ожиданием с ограниченной длиной очереди.	РЗ, Т	Т
7.	Элементы теории графов.	Графы. Основные определения. Матрицы графов. Достижимость и связность. Эйлеровы и гамильтоновы графы. Деревья и циклы. Кратчайший путь в графе.	РЗ, Кр	РЗ
8.	Модели нелинейной оптимизации. Условный экстремум.	Постановка задачи о нахождении условного экстремума. Модель оптимального поведения производителя. Модель поведения потребителя. Решение методом множителей Лагранжа. Экономический анализ. Законы Госсена.	О, РЗ	О, РК

4. Фонд оценочных средств промежуточной аттестации по дисциплине

4.1. Формы и методы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

4.1.1. В ходе реализации дисциплины используются следующие методы текущего контроля успеваемости обучающихся:

- ✓ – при проведении занятий лекционного типа: тестирование, опрос;
- ✓ – при проведении практических занятий: устный опрос, решение задач, тестирование, кейс – задачи.

4.1.2. Промежуточная аттестация проводится в форме **зачета + контрольная работа** (3 – семестр).

Текущая аттестация по дисциплине «Экономико-математические методы и модели» проводится в форме оценки и анализа результатов выполнения студентами практических заданий, контрольных работ и тестов по соответствующим темам курса.

Объектами оценивания выступают:

- ◇ учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине);
- ◇ степень усвоения теоретических знаний;
- ◇ уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы;
- ◇ результаты самостоятельной работы.

Фонд текущего контроля включает:

- теоретический опрос;
- решение типовых задач;
- тестирование;
- решение кейс – задач;
- выполнение контрольных работ.

4.2. Материалы текущего контроля успеваемости.

Практические задания по темам.

Тема 1. Задача о назначениях.

Рассматриваемые вопросы:

1. Математическая модель задачи о назначениях.
2. Лемма об оптимальности.
3. Эквивалентные преобразования.
4. Алгоритм решения задачи на минимум.
5. Алгоритм решения задачи на максимум.

Практические задания:

I. Решить задачу о назначениях на максимум.

1.

14	6	6	10	7	8
11	3	6	2	6	14
14	9	11	13	4	15
2	5	7	15	7	6
14	4	1	1	12	13
3	8	15	1	15	3

2.

11	9	9	8	10	4
6	14	10	6	9	8
7	13	13	4	11	14
2	3	9	10	2	9
8	14	10	11	12	5
4	15	2	4	1	4

3.

3	2	13	11	1	7
5	7	11	6	12	15
8	4	11	6	9	10
6	2	4	7	7	5
14	10	7	13	11	12
12	12	12	4	3	13

4.

6	3	2	3	14	8
12	2	11	2	4	12
6	5	15	13	3	2
9	4	11	1	14	12
12	8	2	8	11	9
7	7	3	6	2	13

Ответы

1. $L = 79$. Назначения: $x_{26} = 1$; $x_{32} = 1$; $x_{44} = 1$; $x_{63} = 1$; $x_{11} = 1$; $x_{55} = 1$.
2. $L = 72$. Назначения: $x_{11} = 1$; $x_{36} = 1$; $x_{44} = 1$; $x_{55} = 1$; $x_{62} = 1$; $x_{23} = 1$.
3. $L = 70$. Назначения: $x_{26} = 1$; $x_{51} = 1$; $x_{62} = 1$; $x_{13} = 1$; $x_{35} = 1$; $x_{44} = 1$.
4. $L = 71$. Назначения: $x_{15} = 1$; $x_{21} = 1$; $x_{34} = 1$; $x_{52} = 1$; $x_{66} = 1$; $x_{43} = 1$.

II. Решить задачу о назначениях на минимум.

$$1. \begin{pmatrix} 1 & 5 & 4 & 10 & 10 & 11 \\ 2 & 12 & 6 & 12 & 9 & 11 \\ 5 & 2 & 13 & 14 & 7 & 1 \\ 14 & 7 & 14 & 14 & 2 & 1 \\ 1 & 9 & 8 & 8 & 4 & 2 \\ 1 & 11 & 2 & 4 & 6 & 2 \end{pmatrix}$$

$$2. \begin{pmatrix} 7 & 4 & 1 & 14 & 6 & 8 \\ 5 & 3 & 6 & 14 & 3 & 13 \\ 8 & 5 & 1 & 9 & 14 & 14 \\ 2 & 15 & 2 & 11 & 10 & 8 \\ 6 & 10 & 2 & 8 & 12 & 11 \\ 5 & 7 & 5 & 3 & 13 & 8 \end{pmatrix}$$

$$3. \begin{pmatrix} 8 & 12 & 14 & 6 & 10 & 3 \\ 14 & 7 & 5 & 11 & 14 & 13 \\ 10 & 7 & 14 & 9 & 13 & 8 \\ 14 & 13 & 3 & 15 & 9 & 11 \\ 12 & 6 & 5 & 9 & 12 & 5 \\ 10 & 11 & 14 & 12 & 1 & 5 \end{pmatrix}$$

$$4. \begin{pmatrix} 4 & 9 & 2 & 4 & 11 & 4 \\ 10 & 8 & 13 & 8 & 14 & 7 \\ 3 & 14 & 10 & 9 & 13 & 8 \\ 3 & 2 & 12 & 9 & 11 & 1 \\ 11 & 14 & 1 & 14 & 12 & 3 \\ 9 & 11 & 15 & 8 & 9 & 10 \end{pmatrix}$$

Ответы

1. $L = 16$. Назначения: $x_{21} = 1$; $x_{32} = 1$; $x_{45} = 1$; $x_{56} = 1$; $x_{64} = 1$; $x_{13} = 1$.

2. $L = 23$. Назначения: $x_{16} = 1$; $x_{25} = 1$; $x_{41} = 1$; $x_{64} = 1$; $x_{32} = 1$; $x_{53} = 1$.

3. $L = 32$. Назначения: $x_{31} = 1$; $x_{43} = 1$; $x_{65} = 1$; $x_{14} = 1$; $x_{22} = 1$; $x_{56} = 1$.

4. $L = 26$. Назначения: $x_{31} = 1$; $x_{53} = 1$; $x_{65} = 1$; $x_{22} = 1$; $x_{46} = 1$; $x_{14} = 1$.

Тема 2. Задача коммивояжера

Рассматриваемые вопросы:

1. Математическая модель задачи коммивояжера.
2. Алгоритм решения. Метод ветвей и границ.
3. Дерево вариантов. Склейка циклов.

Практические задания:

Задана матрица расстояний между городами. Найти кратчайший способ циклического объезда всех городов и длину кратчайшего пути.

Задача_1.

X	4	5	3
6	X	7	2
5	7	X	8
4	2	3	X

Задача_2.

X	3	2	4	3
1	X	7	10	8
5	1	X	2	4
8	4	3	X	4
2	3	7	4	X

Задача_3.

X	90	80	40	100
60	X	40	50	70
50	30	X	60	20
10	70	20	X	50
20	40	50	20	X

Задача_4.

Испекла бабка колобок и поставила его остывать на окошко. И решил колобок, что пока он остывает, он вполне может оббежать лес, посмотреть на лесных жителей и снова вернуться к деду и бабке. Сказано – сделано. Спрыгнул колобок из окошка и покатился в лес. Помогите колобку найти кратчайший маршрут его движения по лесу, если расстояния между норами лесных жителей, а также домом деда и бабки даны в таблице.

	Дед и бабка	Заяц	Волк	Медведь	Лиса
Дед и бабка	X	6	4	5	2
Заяц	6	X	3	3,5	4,5
Волк	4	3	X	5,5	5
Медведь	5	3,5	5,5	X	2
Лиса	2	4,5	5	2	X

Задача_5.

X	8	2	7	7	1
15	X	4	5	9	3
2	14	X	13	4	2
6	4	13	X	6	8
2	1	4	5	X	15
18	13	7	10	3	X

Ответ: Склейка циклов $1 \rightarrow 3 \rightarrow 6 \rightarrow 5 \rightarrow 1$ и $2 \rightarrow 4 \rightarrow 2$. Кратчайший цикл:
 $1 \rightarrow 3 \rightarrow 6 \rightarrow 5 \rightarrow 2 \rightarrow 4 \rightarrow 1$. Длина 19.

Задача_6.

	16	2	14	9	10
20		7	11	3	3
1	20		15	17	14
18	6	19		17	7
5	20	15	6		1
16	16	8	16	4	

Ответ: Склейка циклов $2 \rightarrow 6 \rightarrow 5 \rightarrow 4 \rightarrow 2$ и $1 \rightarrow 3 \rightarrow 1$. Кратчайший цикл:
 $1 \rightarrow 4 \rightarrow 2 \rightarrow 5 \rightarrow 6 \rightarrow 3 \rightarrow 1$. Длина 33.

Задача_7.

M	3	2	1	0	55
53	M	66	20	M	71
69	3	M	0	1	0
0	0	8	M	1	6
6	13	0	97	M	11
9	0	74	9	61	M

Ответ: Длина 67.

Тема 3. Элементы теории графов. Задача о кратчайшем пути в графе.

Рассматриваемые вопросы:

1. Определение графа. Способы задания графа. Матрица смежности. Матрица инцидентности.
2. Характеристики графа. Путь и цикл в графе. Связность графа, деревья. Изображение графа.
3. Математическая модель задачи о кратчайшем пути в графе.
4. Алгоритм решения (алгоритм расстановки меток).

Практические задания:

- I. По заданной матрице смежности нарисовать граф и найти матрицу инцидентности.

$$1) A = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 \end{pmatrix} \quad 2) A = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \end{pmatrix}.$$

- II. По заданной матрице инцидентности нарисовать ориентированный граф и найти матрицу смежности.

$$B = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & -1 & 0 \\ -1 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & -1 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & -1 \end{pmatrix}.$$

- III. Задан граф с 20 вершинами, расположенными в виде прямоугольника 4×5 и изображенными кружочками. Каждая вершина соединена с соседями справа, слева, снизу, сверху неориентированными ребрами. Длины ребер указаны числами, находящимися между вершинами. Найти длины кратчайших путей из левой верхней вершины в каждую вершину графа.

1. ° 5 ° 7 ° 3 ° 7 °
 2 4 3 6 3
 ° 4 ° 6 ° 5 ° 6 °
 6 5 3 3 2
 ° 5 ° 2 ° 5 ° 6 °
 7 4 7 4 7
 ° 2 ° 6 ° 2 ° 2 °

2. ° 2 ° 6 ° 7 ° 6 °
 3 7 4 7 5
 ° 4 ° 2 ° 4 ° 2 °
 3 3 6 6 3
 ° 6 ° 6 ° 5 ° 5 °
 7 3 4 7 3
 ° 7 ° 5 ° 6 ° 2 °

3. ° 2 ° 5 ° 7 ° 4 °
 2 3 5 5 5
 ° 3 ° 7 ° 4 ° 4 °
 3 3 5 3 5
 ° 7 ° 4 ° 5 ° 6 °
 3 5 7 5 5
 ° 4 ° 3 ° 2 ° 2 °

4. ° 6 ° 3 ° 3 ° 4 °
 2 6 2 2 7
 ° 4 ° 7 ° 2 ° 2 °
 3 4 5 7 3
 ° 3 ° 3 ° 4 ° 5 °
 4 6 6 4 7
 ° 5 ° 6 ° 6 ° 6 °

5. ° 2 ° 3 ° 2 ° 3 °
 3 7 4 4 2
 ° 2 ° 3 ° 6 ° 3 °
 6 6 4 4 4
 ° 2 ° 7 ° 2 ° 5 °
 5 3 6 6 7
 ° 2 ° 6 ° 2 ° 4 °

6. ° 2 ° 4 ° 6 ° 7 °
 6 2 7 3 3
 ° 6 ° 6 ° 4 ° 2 °
 5 3 4 3 4
 ° 6 ° 2 ° 7 ° 5 °
 4 5 7 4 2
 ° 4 ° 3 ° 6 ° 5 °

ОТВЕТЫ

1. 0 5 12 15 22
 2 6 12 17 23
 8 11 13 18 24
 15 15 20 22 24

2. 0 2 8 15 20
 3 7 9 13 15
 6 10 15 19 18
 13 13 18 23 21

3. 0 2 7 14 18
 2 5 12 16 20
 5 8 12 17 23
 8 12 15 17 19

4. 0 6 9 12 16
 2 6 11 13 15
 5 8 11 15 18
 9 14 17 19 25

5. 0 2 5 7 10
 3 5 8 11 12
 9 11 12 14 16
 14 14 18 20 23

6. 0 2 6 12 18
 6 4 10 14 16
 11 7 9 16 20
 15 12 15 20 22

Тема 4. Сетевое планирование и управление. Сетевые модели.

Рассматриваемые вопросы:

1. Граф. Сетевая модель. Сетевой график.
2. Основные элементы сетевого графика.
3. Обязательные требования при построении сетевых графиков.
4. Критерий оптимальности сетевой модели. Критический путь.
5. Оптимизация комплекса работ по критерию времени.

Практические задания:

Задача 1.

Предположим, что при составлении плана подготовки выставки товаров выделено шесть различных работ. Для каждой работы определены предшествующие и завершающие события, указана предполагаемая продолжительность каждой работы. Вся информация предложена в таблице.

№ п/п	Содержание работ	Длительность работ (дней)	Опорные работы
1.	Подбор кадров	6	—

2.	Заказ товаров	5	—
3.	Ремонт помещения	8	—
4.	Размещение товаров	12	2
5.	Обучение кадров	9	1
6.	Оформление торг. зала	4	3, 4, 5

Требуется:

1. Построить первоначальный сетевой график.
2. Определить ранние сроки начала и окончания работ.
3. Определить самые поздние сроки начала и окончания каждой работы.
4. Определить полные резервы времени.
5. Найти критический путь и критические работы.

Задача_2.

По предложенной таблице, описывающей сетевую модель,

Коды работ	1 – 2	2 – 3	3 – 8	1 – 4	4 – 6	4 – 7	6 – 7	7 – 8	1 – 5	5 – 8	2 – 4	5 – 6
Длительность (дни)	7	1	4	8	8	9	5	3	4	12	0	0

Требуется:

1. Построить первоначальный сетевой график.
2. Определить ранние сроки начала и окончания работ.
3. Определить самые поздние сроки начала и окончания каждой работы.
4. Определить полные резервы времени.
5. Найти критический путь и критические работы.

Задача_3.

Код работы	0 – 1	0 – 2	1 – 3	2 – 3	2 – 4	3 – 5	4 – 5	3 – 6	4 – 6	5 – 6
Продолжительность	2	3	2	3	2	3	7	2	5	6

Требуется:

1. Построить первоначальный сетевой график.
2. Определить ранние сроки начала и окончания работ.
3. Определить самые поздние сроки начала и окончания каждой работы.
4. Определить полные резервы времени.
5. Найти критический путь и критические работы.

Задача_4.

По предложенной таблице, описывающей сетевую модель,

№ работы	Предшествующие работы	Длительность
----------	-----------------------	--------------

1	—	4
2	—	6
3	1, 2	7
4	2	3
5	3	4
6	4	5

Требуется:

1. Построить первоначальный сетевой график.
2. Определить ранние сроки начала и окончания работ.
3. Определить самые поздние сроки начала и окончания каждой работы.
4. Определить полные резервы времени.
5. Найти критический путь и критические работы.

Задача 5.

Предположим, что при составлении плана подготовки выставки товаров выделено шесть различных работ. Для каждой работы определены предшествующие и завершающие события, указана предполагаемая продолжительность каждой работы и приведены коэффициенты пересчёта ресурсов (таблица).

Таблица

№ п/п	Наименование работ	Обозначение работы a_i	Опорные работы a_j	Длительность работ t_i (дней)	Коэффициент пересчёта ресурсов c_i
1.	Подбор кадров	a_1	—	$t_1 = 6$	$c_1 = 0,1$
2.	Заказ товаров	a_2	—	$t_2 = 5$	$c_2 = 0,2$
3.	Ремонт помещения	a_3	—	$t_3 = 8$	$c_3 = 0,3$
4.	Размещение товаров	a_4	a_2	$t_4 = 12$	$c_4 = 0,4$
5.	Обучение кадров	a_5	a_1	$t_5 = 9$	$c_5 = 0,5$
6.	Оформление торг. зала	a_6	a_3, a_4	$t_6 = 4$	$c_6 = 0,6$

Требуется:

1. Построить первоначальный сетевой график.
2. Провести оптимизацию всего комплекса работ по критерию времени.
3. На каждом этапе отразить результат в виде промежуточного сетевого графика в масштабе времени.

4. Построить оптимальный сетевой график.
5. Определить экономию времени в результате перераспределения ресурсов.

Тема 5. Теория игр.

Рассматриваемые вопросы:

1. Теория игр как математическая теория конфликтных ситуаций. Основные понятия.
2. Нижняя и верхняя цены игры. Принцип «минимакса». Игра с седловой точкой. Чистая цена игры. Решение игры в чистых стратегиях.
3. Смешанные стратегии. Теоретические основы решения задач в смешанных стратегиях. Теоремы Неймана.
4. Алгоритмы решения игр $2 \times 2, 2 \times n, m \times 2$. Геометрическая интерпретация.
5. Моделирование и разрешение игры $m \times n$ как задачи линейного программирования.

Практические задания:

Задача № 1. (Чистые стратегии). Для следующих матриц найти оптимальные стратегии игроков, седловую точку и оптимальное решение игры:

$$\text{а) } \begin{pmatrix} 5 & 7 & 11 & 6 & 8 \\ 1 & 4 & 0 & 3 & 2 \\ 4 & 8 & 9 & 2 & 3 \\ 3 & 6 & 5 & 4 & 6 \end{pmatrix} \quad \text{б) } \begin{pmatrix} 2 & 0 & 3 & 1 & 4 \\ 5 & -1 & 4 & -3 & 7 \\ 9 & -2 & 6 & 8 & 2 \\ 3 & -3 & 5 & 2 & 0 \end{pmatrix} \quad \text{в) } \begin{pmatrix} 5 & 1 & 3 & -1 & 4 \\ 3 & 2 & 4 & 5 & 7 \\ -3 & 0 & 1 & 7 & -1 \\ 4 & 1 & 9 & 6 & 8 \end{pmatrix}.$$

Задача № 2. (Доминирование). Используя принцип доминирования, свести исходную матрицу игры к матрице меньшей размерности:

$$\text{а) } \begin{pmatrix} 2 & 0 & 5 & 1 \\ 1 & 4 & 3 & 1 \\ 4 & 2 & 7 & 3 \end{pmatrix} \quad \text{б) } \begin{pmatrix} -3 & -2 & 4 & 5 \\ 0 & 1 & 2 & 3 \\ 5 & -4 & 8 & 6 \end{pmatrix} \quad \text{в) } \begin{pmatrix} 5 & 7 & 0 & 6 \\ 0 & 4 & 1 & 3 \\ 1 & 8 & 2 & 5 \end{pmatrix}.$$

Задача № 3. (Смешанные стратегии). Для платежной матрицы найти оптимальные стратегии игроков и значение игры:

$$\text{а) } \begin{pmatrix} 5 & 4 & 7 & 3 \\ 0 & 3 & 2 & 1 \\ 3 & 7 & 5 & 4 \end{pmatrix} \quad \text{б) } \begin{pmatrix} -2 & -1 & 6 & 2 \\ 1 & 0 & 1 & 5 \\ -1 & 2 & 3 & 4 \end{pmatrix} \quad \text{в) } \begin{pmatrix} 5 & 4 & 7 & 3 \\ 0 & 3 & 2 & 1 \\ 3 & 7 & 5 & 4 \end{pmatrix}.$$

Задача № 4. (Симметрические игры). Найти оптимальные стратегии игроков для игры, заданной кососимметрической матрицей:

$$\text{а) } \begin{pmatrix} 0 & -1 & 2 \\ 1 & 0 & -1 \\ -2 & 1 & 0 \end{pmatrix} \quad \text{б) } \begin{pmatrix} 0 & -2 & 3 \\ 2 & 0 & -1 \\ -3 & 1 & 0 \end{pmatrix} \quad \text{в) } \begin{pmatrix} 0 & -2 & 1 \\ 2 & 0 & -3 \\ -1 & 3 & 0 \end{pmatrix}.$$

Задача № 5. Найти оптимальные стратегии игроков и значение игры, заданной матрицами:

$$\text{а) } \begin{pmatrix} 2 & 3 & 11 \\ 7 & 5 & 2 \end{pmatrix} \quad \text{б) } \begin{pmatrix} 6 & 5 \\ 4 & 6 \\ 2 & 7 \\ 1 & 8 \end{pmatrix}.$$

Задача №6. Найти решение игры, сведением к задаче линейного программирования.

$$\text{а) } A = \begin{pmatrix} 0 & 1 & -1 \\ 0 & -1 & 0 \\ 1 & 0 & -1 \end{pmatrix} \quad \text{б) } B = \begin{pmatrix} 4 & 5 & 3 \\ 6 & 7 & 4 \\ 5 & 2 & 3 \end{pmatrix}.$$

Задача №7. Магазин может завезти в различных пропорциях товары трех типов (A_1, A_2, A_3) ; их реализация и прибыль магазина зависят от вида товара и состояния спроса. Предполагается, что спрос может иметь три состояния (B_1, B_2, B_3) и не прогнозируется. Определить оптимальные пропорции в закупке товаров из условия максимизации средней гарантированной прибыли при следующей матрице прибыли:

Тип товара	Спрос		
	B_1	B_2	B_3
A_1	20	15	10
A_2	16	12	14
A_3	13	18	15

Найти решение игры, заданной матрицей:

1. $\begin{pmatrix} 2 & -3 \\ -3 & 4 \end{pmatrix}$	2. $\begin{pmatrix} 1,5 & 3 \\ 2 & 1 \end{pmatrix}$	3. $\begin{pmatrix} 4 & -2 \\ 3 & 1 \end{pmatrix}$	4. $\begin{pmatrix} 1 & 3 \\ 2 & 1 \end{pmatrix}$
5. $\begin{pmatrix} 50 & 20 \\ 30 & 40 \end{pmatrix}$	6. $\begin{pmatrix} 0,75 & 0,35 \\ 0,6 & 0,8 \end{pmatrix}$	7. $\begin{pmatrix} 7 & 6 & 5 & 4 & 2 \\ 5 & 4 & 3 & 2 & 3 \\ 5 & 6 & 6 & 3 & 5 \\ 2 & 3 & 3 & 2 & 4 \end{pmatrix}$	8. $\begin{pmatrix} 2 & 3 & 1 & 4 \\ 4 & 2 & 3 & 1 \end{pmatrix}$
9. $\begin{pmatrix} 3 & 1 & 5 \\ 1 & 6 & 0 \end{pmatrix}$	10. $\begin{pmatrix} 4 & 3 \\ 2 & 4 \\ 0 & 5 \\ -1 & 6 \end{pmatrix}$	11. $\begin{pmatrix} 12 & 2 \\ 10 & 7 \\ 7 & 9 \\ 1 & 11 \end{pmatrix}$	12. $\begin{pmatrix} 4 & 8 & 12 & 6 \\ 9 & 6 & 5 & 10 \end{pmatrix}$
13*. $\begin{pmatrix} 2 & 10 & 3 & 14 & 5 \\ 8 & 9 & 5 & 6 & 7 \\ 10 & 8 & 4 & 8 & 12 \end{pmatrix}$	14. $\begin{pmatrix} 2 & 2 & 3 & 4 \\ 4 & 3 & 2 & 2 \end{pmatrix}$	15. $\begin{pmatrix} 4 & 6 & 0 \\ 3 & 0 & 7 \end{pmatrix}$	16. $\begin{pmatrix} 5 & 2 \\ 1 & 3 \end{pmatrix}$

Тема 6. Игры с природой.

Рассматриваемые вопросы:

1. Принципы математического моделирования. Постановка задачи. Матрицы последствий и рис-

ков. Принятие решений в условиях полной неопределенности.

2. Правило Вальда (правило крайнего пессимизма).
3. Правило Сэвиджа (правило минимального риска).
4. Правило Гурвица (взвешивающее пессимистический и оптимистический подходы к ситуации).
5. Принятие решений в условиях частичной неопределенности. Правило максимизации среднего ожидаемого дохода. Правило минимизации среднего ожидаемого риска. Байесовский подход к принятию решений.

Практические задания:

1. Возможно строительство четырех типов электростанций: A_1 (тепловых), A_2 (приплотинных), A_3 (бесшлюзовых), A_4 (шлюзовых). Состояния природы обозначим P_1, P_2, P_3, P_4 . Экономическая эффективность строительства отдельных типов электростанций изменяется в зависимости от

состояния природы и задана матрицей:
$$\begin{pmatrix} 5 & 2 & 8 & 4 \\ 2 & 3 & 4 & 12 \\ 8 & 5 & 3 & 10 \\ 1 & 4 & 2 & 8 \end{pmatrix}$$
. Используя критерии принятия решений

в условиях неопределенности, дать рекомендацию относительно выбора типа электростанции.

2. Установленное на предприятии сложное и дорогостоящее оборудование после пяти лет работы может оказаться в одном из трех состояний:

V_1 – оборудование вполне работоспособно и требует лишь небольшого текущего ремонта;

V_2 – некоторые детали значительно износились и требуют серьезного ремонта или замены;

V_3 – основные детали износились настолько, что дальнейшая эксплуатация оборудования невозможна. Для предприятия возможны три различных способа действия: **A_1** – оставить оборудование в работе еще на год, проведя незначительный ремонт своими силами; **A_2** – провести капитальный ремонт оборудования с вызовом специальной бригады ремонтников; **A_3** – заменить оборудование новым. Потери, которые несет предприятие при различных способах действия, приведены в таблице последствий в относительных денежных единицах.

	V_1	V_2	V_3
A_1	1	5	7
A_2	3	2	6
A_3	5	4	3

3. При игре с природой задана платежная матрица **A**

Определить:

1. Матрицу рисков R и оптимальные стратегии первого игрока при использовании им а) критерия максимакса; б) критерия Вальда; в) критерия Сэвиджа и г) критерия Гурвица с коэффициентом пессимизма p ;

2. Определить оптимальную стратегию при известном векторе вероятностей состояний природы $P = (p_1, p_2, p_3, p_4)$.

$$1. \quad A = \begin{pmatrix} 10 & 15 & 4 & 16 \\ 12 & 18 & 5 & 22 \\ 14 & 12 & 18 & 11 \\ 6 & 21 & 17 & 8 \end{pmatrix}; \quad p = 0,1; \quad P = (0,3; 0,1; 0,2; 0,4)$$

$$2. \quad A = \begin{pmatrix} 11 & 14 & 5 & 15 \\ 13 & 17 & 6 & 21 \\ 15 & 11 & 19 & 10 \\ 7 & 20 & 18 & 7 \end{pmatrix}; \quad p = 0,2; \quad P = (0,1; 0,2; 0,3; 0,4)$$

Тема 7. Линейные балансовые модели в экономике. Модель Леонтьева.

Рассматриваемые вопросы:

1. Линейные модели в экономике. Балансовый анализ.
2. Модель Леонтьева. Основная задача межотраслевого баланса.
3. Коэффициенты прямых затрат. Матрица полных затрат.

Практические задания:

I. Завершить составление баланса, располагая следующими данными об экономической системе, состоящей из трех экономических объектов (P_1 – промышленность, P_2 – сельское хозяйство, P_3 – транспорт).

Задача_1

Отрасли	P_1	P_2	P_3	Σ	X	Y
P_1	20	50	30	100	200	300
P_2	10	0	40	50	450	500
P_3	0	60	100	160	240	400
Σ	30	110	170	310		
V	270	390	230			
X	300	500	400			

Задача_2

	P_1	P_2	Σ	Y	X
P_1	160	0		140	
P_2	40	140			
Σ					
V					
X		300			

Задача_3

	P_1	P_2	Σ	Y	X
--	-------	-------	----------	---	---

P ₁	15	25			
P ₂	0	33		47	
Σ					
V	45				
X					

Задача_4

	P ₁	P ₂	Σ	Y	X
P ₁		12			
P ₂	6		18		50
Σ					
V	29				
X	40				

Задача_5

	P ₁	P ₂	Σ	Y	X
P ₁	19	31			
P ₂	42	0		58	
Σ					
V	99				
X					

Задача_6

	P ₁	P ₂	Σ	Y	X
P ₁		12		15	
P ₂		0	19		
Σ					
V		10			
X	30				

Задача_7

	P ₁	P ₂	Σ	Y	X
P ₁		10	21	15	
P ₂					
Σ		19	47		
V		23			
X					

Задача_8

	P ₁	P ₂	P ₃	Σ	Y	X
P ₁	20		50	100		
P ₂		70		210	240	
P ₃	40			190		
Σ						
V	160	210	150			
X	300					

Задача_9

	P ₁	P ₂	P ₃	Σ	Y	X
P ₁	15	19		45		200
P ₂		0			150	200
P ₃	82	18			100	
Σ				245		
V	82					
X						

II. Используя отчетный баланс: 1) найти a_{ij} ; 2) построить систему балансовых уравнений в двух формах; 3) по вектору Y найти вектор X ; 4) найти вектор Y , если дан X ; 5) определить матрицы коэффициентов полных и косвенных затрат; 6) построить новые балансовые таблицы.

Задача 1

	P ₁	P ₂	Σ	Y	X
P ₁	5	12	17	23	40
P ₂	6	12	18	32	50

$$Y = \begin{pmatrix} 10 \\ 20 \end{pmatrix}, X = \begin{pmatrix} 50 \\ 100 \end{pmatrix}$$

Задача 2

	P ₁	P ₂	Σ	Y	X
P ₁	160	0	160	140	300
P ₂	40	40	80	120	200

$$Y = \begin{pmatrix} 50 \\ 50 \end{pmatrix}, X = \begin{pmatrix} 200 \\ 100 \end{pmatrix}$$

Задача 3

	P ₁	P ₂	Σ	Y	X
P ₁	19	31	50	110	160
P ₂	42	0	42	58	100

$$Y = \begin{pmatrix} 100 \\ 60 \end{pmatrix}, X = \begin{pmatrix} 100 \\ 150 \end{pmatrix}$$

IIIa. По данному вектору объемов производства X найти вектор–столбец конечной продукции Y .

$$A = \begin{pmatrix} 0,4 & 0 \\ 0,1 & 0,5 \end{pmatrix}, X = \begin{pmatrix} 100 \\ 50 \end{pmatrix}.$$

IIIb. По известному вектору конечной продукции Y найти вектор объемов производства X .

$$A = \begin{pmatrix} 0,4 & 0 \\ 0,1 & 0,5 \end{pmatrix}, Y = \begin{pmatrix} 60 \\ 15 \end{pmatrix}$$

IV. Завершите заполнение отчетного баланса «затраты–выпуск». По известному вектору конечной продукции найдите вектор объемов производства и составьте новую балансовую таблицу

Задача 1

	P ₁	P ₂	Σ	Y	X
P ₁	10	40		50	
P ₂	50	0		150	

$$Y = \begin{pmatrix} 100 \\ 50 \end{pmatrix}$$

Задача 2

	P ₁	P ₂	P ₃	Y	X
P ₁	18	0	20		180
P ₂	36	0	40	80	
P ₃	9	15	60		200

$$Y = \begin{pmatrix} 177,6 \\ 105,2 \\ 168,05 \end{pmatrix}$$

Тема 8-9. Предельный анализ в экономике процессов. Производственные функции.

Рассматриваемые вопросы:

1. Производственные функции. Функция Кобба – Дугласа.

2. Свойства и основные характеристики производственных функций. Линии уровня (изокванты) производственных функций. Средняя производительность труда. Средняя фондоотдача. Средняя фондовооруженность.
3. Использование производственных функций в задачах экономического анализа, прогнозирования и планирования.
4. Предельные показатели. Эластичность (относительная производная). Предельная производительность. Предельная норма замещения ресурсов. Эластичность производства. Ценовая эластичность.

Практические задания:

0. Объем добычи щебня y (т/ч) зависит от количества вложенного труда x (чел./час): $y = 6\sqrt{x}$. Цена щебня 40 руб./т, зарплата рабочего 30 руб./ч. Кроме зарплат, другие издержки не учитываются. Найдите оптимальное количество вложенного труда (рабочих). Решение: $x=16$.

1. Производственная функция описывается функцией Кобба–Дугласа $f(x, y) = 1500x^{\frac{2}{5}}y^{\frac{3}{5}}$, где x – затраты капитала, y – затраты труда. Рассчитать предельную и среднюю фондоотдачу; предельную и среднюю производительность труда при $x = 243$, $y = 32$.

2. Фирма работает в условиях совершенной конкуренции: выпускает один вид продукции, используя при этом два вида ресурсов. Производственная функция равна $f(x, y) = xy$, цена реализации продукции – 20 д.е., ресурсы приобретаются по ценам $p_1 = 100$ д.е., $p_2 = 200$ д.е. соответственно. Решить задачу фирмы максимизации прибыли.

3. В небольшой теплице ежедневно снимаемый урожай огурцов $у$ кг зависит от числа работников x : $y = 4\sqrt{x} + 4\ln(x)$. Найдите оптимальное число работников, если дневная зарплата работника равна цене 2 кг огурцов.

4. Несколько семей рыбаков сообща владеют небольшим рыболовецким судном. Объем добычи рыбы y (кг/день) зависит от количества рыбаков x на судне: $y = 100\sqrt{x}$. Цена одного кг рыбы 8000 руб., зарплата рыбака $p=100000$ (руб./день). Найти оптимальный размер бригады рыбаков. Решение: $x=16$.

5. Для функций: $z = (x^2y + 1)^2$, $z(x, y) = (y - 1)x^2$, $z(x, y) = xy + y^2$:

- а) построить линии уровня при $C=0$ и $C=1$;
- б) найти частные производные до второго порядка включительно в точке $(1;1)$;
- в) найти градиент в точке $(2;3)$;

- г) найти дифференциал в общем виде и в точке (3;5);
- д) найти производную в точке (0;0) по направлению вектора $l = \overline{(1;4)}$;
- е) найти направление и величину максимальной скорости роста функций в точке (1;1).

6. Пусть производственная функция есть функция Кобба – Дугласа. Чтобы увеличить выпуск продукции на 3%, необходимо увеличить фонды на 6% или численность рабочих на 9%. В настоящее время один работник за месяц производит продукции на 1 млн. руб., а всего работников 1000. Основные фонды оцениваются в 10 млрд. рублей. Запишите производственную функцию и найдите предельную производительность труда, предельную фондоотдачу, среднюю фондовооруженность, эластичности по обоим ресурсам. ($Y = 1000 \cdot K^{\frac{1}{2}} \cdot L^{\frac{1}{3}}$)

7. Завод за месяц производит продукции на 10 млн. руб. Его основные фонды также составляют 1 млн. руб. Подсчитано, что для увеличения выпуска на 1 млн. руб. необходимо приобрести оборудования на 0,3 млн. руб. Найти производственную функцию Кобба – Дугласа, для которой $\alpha + \beta = 1$ и численность рабочих 1000 человек. ($Y = 1000 \cdot K^{\frac{1}{3}} \cdot L^{\frac{2}{3}}$)

8. Основные фонды фермерского хозяйства составляют 100 млн. руб. Количество работников равно 100. Когда пригласили еще 20 работников, то доход вырос на 10% и составил 1,1 млн. руб. Найти функцию Кобба – Дугласа, для которой $\alpha + \beta = 1$. ($Y = 100 \cdot K^{\frac{1}{2}} \cdot L^{\frac{1}{2}}$)

9. Фирма производит в месяц продукции на 3 тыс. д.е. на 5 станках. Для увеличения прибыли на 500 д.е. необходимо приобрести еще 1 станок. Численность рабочих 5 человек. Составить функцию Кобба – Дугласа при условии $\alpha + \beta = 1$. ($Y = 600 \cdot K^{\frac{5}{6}} \cdot L^{\frac{1}{6}}$)

10. Дана производственная функция $Y = 3,2 \cdot K^{0,4} \cdot L^{0,6}$. Произошло изменение производственных ресурсов: стоимость основных фондов возросла на 2%, а трудовые ресурсы в результате сокращения снизились на 3%. На сколько при этом изменился объем производимой продукции. (ответ обосновать).

11. Процесс производства описывается с помощью функции выпуска $Y = 0,05 \cdot K^{\frac{1}{3}} \cdot L^{\frac{2}{3}}$, ($K=400$, $L=200$). Предполагается увеличить трудовые ресурсы до 260. Сколько при этом высвободится производственных фондов.

12. Производственная функция (в денежном выражении) имеет вид $Y = 30 \cdot \sqrt{K} \cdot \sqrt[3]{L}$. Стоимость единицы первого ресурса – 5, второго – 10 ден. ед. Найти максимальную прибыль при использовании ресурсов.

13. Пусть производственная функция есть функция Кобба–Дугласа. Чтобы увеличить выпуск продукции на 1 %, надо увеличить основные фонды на 4 % или численность работников на 3 %. В

настоящее время один работник за месяц производит продукции на 100000 руб., а всего работников $L = 10000$. Основные фонды оцениваются в $K = 10^6$ руб. Найдите производственную функцию, среднюю фондоотдачу, среднюю производительность труда, фондовооруженность.

14. Группа «челноков» в количестве E решила объединиться с N продавцами. Прибыль от дня работы (выручка минус расходы, но не зарплата) выражается формулой $Y = 600(E \cdot N)^{\frac{1}{3}}$. Зарплата «челнока» 120 руб. в день, продавца – 80 руб. в день. Найдите оптимальный состав группы из «челноков» и продавцов, т. е. сколько должно быть «челноков» и сколько продавцов. Решение: $E \approx 7$, $N \approx 10$.

15. Бизнесмен решил основать небольшое автотранспортное предприятие. Ознакомившись со статистикой, он увидел, что примерная зависимость ежедневной выручки от числа автомашин A и числа рабочих N выражается формулой $Y = 900A^{\frac{1}{2}}N^{\frac{1}{4}}$. Амортизационные и другие ежедневные расходы на одну машину равны 400 руб., ежедневная зарплата рабочего 100 руб. Найдите оптимальную численность рабочих и автомашин.

16. Бизнесмен задумал открыть пивной бар. Предположим, что зависимость выручки Y (за вычетом стоимости пива и закусок) от числа столиков M и числа официантов F выражается формулой $Y = 200M^{\frac{2}{3}} \cdot F^{\frac{1}{4}}$. Расходы на один столик составляют 50 руб., зарплата официанта – 100 руб. Найдите оптимальный размер бара, т. е. число официантов и столиков.

17. Производство 60 единиц продукта требует затрат ресурсов в количествах $K = 12$, $L = 4$. Предельный продукт первого ресурса (предельная фондоотдача) составляет $F'_K = 3$. Чему равна предельная производительность?

18. Пусть производственная функция есть функция Кобба–Дугласа. Чтобы увеличить выпуск продукции на 2%, надо увеличить основные фонды на 4% или численность работников на 6%. В настоящее время один работник за месяц производит продукции на 1000 у.е., а всего работников 1000. Основные фонды оцениваются в 1 000 000 у.е. Найдите производственную функцию.

19. Процесс производства описывается с помощью степенной функции выпуска $Y = 0,5K^{\frac{1}{3}}L^{\frac{2}{3}}$:

а) как следует изменить затраты K , чтобы компенсировать уменьшение L на 50% (уровень выпуска при этом сохраняется);

б) на сколько процентов уменьшатся затраты K при увеличении L на 25%?

в) как изменится выпуск, если затраты обоих ресурсов увеличить в 2 раза (уменьшить в 3 раза)?

г) во сколько раз надо увеличить затраты L , чтобы компенсировать уменьшение K в 4 раза?

20. Производственная функция (в денежном выражении) имеет вид $K(x, y) = 30 \sqrt{x} \sqrt[3]{y}$ (x – количество единиц первого ресурса, y – второго). Стоимость единицы первого ресурса – 5, второго – 10 ден. ед. Найти максимальную прибыль при использовании ресурсов.

21. О фирме с мультипликативной (степенной) ПФ известны следующие факты. В настоящее время основные производственные фонды фирмы оцениваются в $K = 10^8$ д.е., всего в фирме занято 1000 сотрудников, каждый из которых производит продукции в среднем на 10^4 д.е. в месяц. Для увеличения выпуска на 3% необходимо увеличить основные производственные фонды на 6% или увеличить численность работников на 9%. Требуется найти ПФ. $\{F(K; L) = 100K^{\frac{1}{2}}L^{\frac{1}{3}}\}$

22. В условиях предыдущего примера известна средняя заработная плата сотрудник – 1000 д.е. в месяц и период амортизации основных производственных фондов – 12 месяцев. Требуется рассчитать оптимальный размер производственных фондов и оптимальную численность работников. Затем определить, во сколько раз увеличится прибыль фирмы при переходе к оптимальным затратам факторов производства. $\{K = 144\,000\,000; L = 8\,000; \text{в шесть раз}\}$

23. Задана ПФ: $Y = Y_0 K^{\frac{3}{4}} L^{\frac{1}{4}}$. На сколько единиц должны увеличиться затраты труда при уменьшении затрат капитала на одну единицу при неизменном выпуске продукции, если капиталовооруженность равна 6. $\{0,5\}$

Дополнительные задачи.

24. Заданы функции спроса $q(p) = 10 - p$ и предложения $s(p) = 3p - 6$. Найти: а) равновесную цену; б) эластичность спроса для равновесной цены; в) изменение дохода при изменении равновесной цены на 5%.

25. Заданы функции спроса $q(p) = \frac{p+8}{p+2}$ и предложения $s(p) = p + 0,5$. Найти: а) равновесную цену; б) эластичность спроса для равновесной цены; в) изменение дохода при изменении равновесной цены на 10%.

26. Заданы функции спроса $q(p) = 7 - p$ и предложения $s(p) = p + 1$. Найти: а) равновесную цену; б) эластичность спроса и предложения для равновесной цены; в) изменение дохода при увеличении равновесной цены на 5%.

27. Известна функция спроса $d(p) = 5 - 0,5p$. Проанализировать спрос при $p = 2; 5; 9$. Определить при какой цене выручка оптимальна.

28. Предприятие производит x единиц продукции в месяц и реализует ее по цене $p = 25 - \frac{1}{30}x$. Суммарные издержки производства составляют $K = \frac{1}{15}x^2 + 5x + 300$. Определить, при каком объеме производства прибыль предприятия будет максимальной.

Основные показатели, получаемые при анализе производственной функции

$Y = AK^\alpha L^\beta$ (K – объем производственных фондов, L – объем трудовых ресурсов)

1. Средняя производительность труда $\frac{Y}{L}$ (количество продукции, произведенное одним рабочим).
2. $\frac{L}{Y}$ – трудоемкость (количество труда на единицу выпускаемой продукции).
3. Средняя фондоотдача $\frac{Y}{K}$ (количество продукции, приходящееся на один станок).
4. $\frac{K}{Y}$ – капиталоемкость (капитал, приходящийся на единицу выпускаемой продукции).
5. Средняя фондовооруженность $\frac{K}{L}$ (стоимость фондов, приходящихся на единицу трудовых ресурсов, например на одного рабочего).

Функции полезности.

1. Дана функция полезности $u(x_1, x_2) = \sqrt{x_1 x_2}$:
 - a. Построить несколько кривых безразличия;
 - b. Найти предельные полезности в точке (1;1); проверить положительность предельных полезностей и выполнение I – закона Госсена (убывание предельных полезностей);
 - c. Найти эластичность по товарам в точке (2;3);
 - d. Найти точку спроса при доходе 40 и ценах (4;1).
2. Дана функция полезности $u(x_1, x_2) = 3\sqrt[3]{x_1} \sqrt[3]{x_2^2}$:
 - a. Найти предельные полезности в точке (1;1); проверить положительность предельных полезностей и выполнение I – закона Госсена (убывание предельных полезностей);
 - b. Найти эластичность по товарам в точке (2;2);
 - c. Найти точку спроса при доходе 50 и ценах (2;3).
3. Функция полезности потребителя задана уравнением $U = X^2 Y$. Общий доход, которым располагает потребитель, равен 240 у.е. Цена товара X : $P_x=4$ у.е.; цена товара Y : $P_y=8$ у.е. Найти точку спроса. *Решение:* $X=40$, $Y=10$, $U=16000$ ютилей.
4. Функция полезности потребителя задана уравнением $U = 2X + 5Y$. Общий доход, которым располагает потребитель, равен 1 000 у.е. Цена товара X : $P_x=10$ у.е.; цена товара Y : $P_y=20$ у.е. Найти точку спроса. *Решение:* $X=0$, $Y=50$, $U=250$ ютилей.
5. Функция полезности потребителя задана уравнением $U = \min\{2x, y\}$. Построить кривую безразличия при $U=4$. Общий доход, которым располагает потребитель, равен 1 000 у.е. Цена товара X : $P_x=20$ у.е.; цена товара Y : $P_y=10$ у.е. Найти точку спроса. *Решение:* $X=25$, $Y=50$, $U=50$ ютилей.

6. Функция полезности потребителя задана уравнением $U = X^{0.5} + Y$. Общий доход, которым располагает потребитель, равен 1000 у.е. Цена товара X : $P_x=5$ у.е.; цена товара Y : $P_y=20$ у.е. Найти точку спроса. *Решение:* $X=4$, $Y=49$, $U=51$ ютилей.
7. Потребитель выделил на приобретение двух товаров 3300 д.е. Цена первого товара 15 д.е., второго – 22 д.е. Функция полезности потребителя: $U(x,y) = 60x + 90y$. Решить задачу потребителя.
8. Потребитель тратит 600 рублей в месяц на приобретение двух товаров. Цена товара X – 20 рублей, а товара Y – 10 рублей. Задана функция полезности потребителя $U = XY$. Составить уравнение бюджетной линии. Найти предельную норму замещения. Определить оптимум потребителя. Представить графически. *Решение:* $X=15$, $Y=30$, $U=450$ ютилей.

Тема 10. Модель поведения потребителя.

Рассматриваемые вопросы:

1. Функция полезности. Основные свойства.
2. Законы Госсена.
3. Метод Лагранжа определения точки оптимального спроса потребления.
4. Предельная полезность.
5. Кривые безразличия.
6. Предельные нормы замещения. Экономический смысл.

Практические задания:

1. Дана функция полезности $u(x_1, x_2) = \sqrt{x_1 x_2}$:
 - 1.1. Построить несколько кривых безразличия;
 - 1.2. Найти предельные полезности в точке (1;1); проверить положительность предельных полезностей и выполнение I – закона Госсена (убывание предельных полезностей);
 - 1.3. Найти эластичность по товарам в точке (2;3);
 - 1.4. Найти точку спроса при доходе 40 и ценах (4;1).
2. Дана функция полезности $u(x_1, x_2) = 3\sqrt[3]{x_1} \sqrt[3]{x_2^2}$:
 - 2.1. Найти предельные полезности в точке (1;1); проверить положительность предельных полезностей и выполнение I – закона Госсена (убывание предельных полезностей);
 - 2.2. Найти эластичность по товарам в точке (2;2);
 - 2.3. Найти точку спроса при доходе 50 и ценах (2;3).
3. Функция полезности потребителя задана уравнением $U = X^2 Y$. Общий доход, которым располагает потребитель, равен 240 у.е. Цена товара X : $P_x=4$ у.е.; цена товара Y : $P_y= 8$ у.е. Найти точку спроса. *Решение:* $X=40$, $Y=10$, $U=16000$ ютилей.

4. Функция полезности потребителя задана уравнением $U = 2X + 5Y$. Общий доход, которым располагает потребитель, равен 1 000 у.е. Цена товара X : $P_x = 10$ у.е.; цена товара Y : $P_y = 20$ у.е. Найти точку спроса. *Решение:* $X=0, Y=50, U=250$ ютилей.
5. Функция полезности потребителя задана уравнением $U = \min\{2x, y\}$. Построить кривую безразличия при $U=4$. Общий доход, которым располагает потребитель, равен 1 000 у.е. Цена товара X : $P_x = 20$ у.е.; цена товара Y : $P_y = 10$ у.е. Найти точку спроса. *Решение:* $X=25, Y=50, U=50$ ютилей.
6. Функция полезности потребителя задана уравнением $U = X^{0.5} + Y$. Общий доход, которым располагает потребитель, равен 1000 у.е. Цена товара X : $P_x = 5$ у.е.; цена товара Y : $P_y = 20$ у.е. Найти точку спроса. *Решение:* $X=4, Y=49, U=51$ ютилей.
7. Потребитель выделил на приобретение двух товаров 3300 д.е. Цена первого товара 15 д.е., второго – 22 д.е. Функция полезности потребителя: $U(x, y) = 60x + 90y$. Решить задачу потребителя.
8. Потребитель тратит 600 рублей в месяц на приобретение двух товаров. Цена товара X – 20 рублей, а товара Y – 10 рублей. Задана функция полезности потребителя $U = XY$. Составить уравнение бюджетной линии. Найти предельную норму замещения. Определить оптимум потребителя. Представить графически. *Решение:* $X=15, Y=30, U=450$ ютилей.
9. Функция полезности имеет вид $U(x, y) = xy$. Цена единицы первого товара 10 ден. ед., а второго 40 ден. ед. Бюджетное ограничение составляет 400 ден. ед. Найти оптимальный потребительский набор. *Решение:* $X=20, Y=5, U=100$ ютилей.
10. Функция полезности имеет вид $U(x, y) = xy$. Цена первого товара p_1 повысилась в два раза. До какого уровня должен быть компенсирован доход потребителя для сохранения уровня благосостояния потребителя. $\left\{ Q_{\text{новое}}^* = \sqrt{2}Q, X_{\text{новое}}^* = \frac{X^*}{\sqrt{2}}, Y_{\text{новое}}^* = \sqrt{2}Y^* \right\}$
11. Функция полезности имеет вид $U(x, y) = \sqrt{xy}$. Цена единицы первого товара 20 ден. ед., а второго 10 ден. ед. Бюджет потребителя составляет 200 ден. ед. Найти оптимальный потребительский набор. *Решение:* $X=5, Y=10, U=5\sqrt{2}$ 100 ютилей.
12. Сколько денежных единиц должна составлять компенсация для сохранения уровня благосостояния потребителя в условии задачи 11, если цена первого товара повысилась на 21%. Каков при этом будет оптимальный потребительский набор. $\left\{ \Delta Q = 20, X = \frac{50}{11}, Y = 11 \right\}$.

13. Цена на товар A равна 10 р. Цена товара B – 5р. Чему равна предельная полезность товара B , если потребитель оценивает предельную полезность товара A в 100 ютилей. $\{U'_B = 50\}$
14. За месяц студент расходует на апельсины и бананы 100р. Цена одного апельсина – 5р., цена одного банана – 2р. Какое количество апельсинов и бананов потребляет рациональный студент в месяц, если $U = XY$. $\{X = 10; Y = 25\}$
15. Индивид, получающий доход 900 ед., потребляет два блага в количествах X и Y , его предпочтения описываются функцией полезности $U = XY^3$. Найти набор благ, потребляемый индивидом при ценах $P_x = 5$, $P_y = 12$. $\{X = 400; Y = 500\}$
16. Функция полезности имеет вид: $U(x, y) = 2\ln(x-1) + 3\ln(y-1)$. Цена единицы первого блага равна 4, второго – 9. На приобретение этих благ может быть затрачена сумма, равная 133. Как следует распределить эту сумму между двумя благами, чтобы полезность от их приобретения была наибольшей? $\{X = 13; Y = 9\}$

Функция полезности – экономическая модель для определения предпочтений экономических субъектов. Основопологающим условием концепта функции полезности является рациональное поведение потребителя, выражающееся в выборе набора товаров (благ), который выводят его на более высокий уровень полезности (благополучия). В микроэкономике концепт функции полезности служит для объяснения поведения потребителей и производителей, в то время как в макроэкономике им пользуются для изображения предпочтений государственных интересов.

Первая производная функции полезности по количеству определённого блага $\frac{\partial U}{\partial x_i}$ называется предельной полезностью этого блага. **Предельная полезность выражает, сколько дополнительной полезности приносит дополнительная единица блага i .** Предельная полезность, равная 0, означает достижение насыщения.

Большинство функций полезности, рассматриваемых в экономике, имеют отрицательную вторую производную – закон убывающей предельной полезности.

Функция полезности может быть использована для определения спроса потребителя через решение задачи о максимизации полезности. Полученное решение носит название маршалловского спроса.

4.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации.

4.3.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Показатели и критерии оценивания компетенций с учетом этапа их формирования

Код компетенции	Наименование компетенции	Код этапа освоения компетенции	Наименование этапа освоения компетенции
ОПК – 1	Способность применять математический инструментарий для решения экономических задач.	ОПК-1.3.2	Способность применять теоретические основы финансовых расчетов для решения финансово-экономических задач.
ПК – 1	Способность подготавливать исходные данные, необходимые для расчета экономических и социально-экономических показателей, характеризующих деятельность хозяйствующих субъектов	ПК-1.3.2	Способность применять математический инструментарий и навыки работы на компьютере для формирования данных и проведения расчетов

Этап освоения компетенции	Показатель оценивания	Критерий оценивания
ОПК-1.3.2 Способность применять теоретические основы финансовых расчетов для решения финансово-экономических задач.	Назвать основные методы решения задач оптимального планирования и управления, необходимые для построения современных экономико-математических моделей.	Демонстрация знаний основных теоретических положений в полном объеме
	Применять классические оптимизационные методы для решения экономических задач; использовать математический аппарат как инструмент научного познания для исследования математических моделей в экономике; выбрать соответствующий математический инструментарий, необходимый для проведения расчетов и обработки полученных данных в соответствии с поставленной задачей.	Умение применять знания на практике в полной мере
	Владеть методами математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования, позволяющими строить экономико-математические модели экономических и социально-экономических задач.	Свободное владение навыками анализа и систематизации в выбранной сфере
ПК-1.3.2 Способность применять математический инструментарий и навыки работы на компьютере для формирования данных и проведения расчетов	Демонстрация знаний основных методов построения, расчета и анализа современной системы показателей, характеризующих деятельность хозяйствующих субъектов на микро- и макроуровне; алгоритмов оптимизации, необходимых для решения задач в экономике и управлении.	Демонстрация знаний основных теоретических положений в полном объеме
	Умение применять знания для построения экономико-математических моделей, выбора методов идентификации и оценки параметров модели.	Умение применять знания на практике в полной мере
	Свободное владение навыками применения современного математического инструментария для решения экономических задач; интерпретации результатов математического моделирования с точки зрения выработки управленческих решений	Свободное владение навыками анализа и систематизации в выбранной сфере

4.3.2 Типовые оценочные средства

Варианты контрольных работ (примерные задания)

Контрольная работа №1

1. Решить задачу о назначениях на максимум

$$\begin{pmatrix} 3 & 2 & 13 & 11 & 1 & 7 \\ 5 & 7 & 11 & 6 & 12 & 15 \\ 8 & 4 & 11 & 6 & 9 & 10 \\ 6 & 2 & 4 & 7 & 7 & 5 \\ 14 & 10 & 7 & 13 & 11 & 12 \\ 12 & 12 & 12 & 4 & 3 & 13 \end{pmatrix}$$

2. Решить задачу дробно-линейного программирования, максимизируя рентабельность.

	P1	P2	Запасы
P1	0,5	3	5
P2	3,8	0,2	2
Уд. затраты	0,01	0,04	Уд. пер. затраты 0,1
прибыль	0,19	0,019	

3. Для двухкритериальной задачи найдите оптимальное решение по первому при уровне притязаний по второму в 0,5 от его максимума на допустимом множестве.

$$2x_1 + 8x_2 \rightarrow \max$$

$$4x_1 + x_2 \rightarrow \max$$

$$\begin{cases} x_1 + 5x_2 \leq 15 \\ 6x_1 + x_2 \leq 12 \\ x_1, x_2 \geq 0 \end{cases}$$

4. Найти ранние и поздние сроки выполнения работ, полные резервы, критический путь.

$$\begin{pmatrix} 2 & 2 & 5 & 3 & 6 \\ 4 & 6 & 5 & 2 & 4 \\ 7 & 6 & 6 & 4 & 7 \\ 5 & 2 & 2 & 7 & 4 \end{pmatrix}$$

5. Найти кратчайшие пути из левой верхней вершины графа в другие вершины

$$\begin{pmatrix} \circ & 2 & \circ & 2 & \circ & 5 & \circ & 3 & \circ \\ 3 & & 6 & & 5 & & 4 & & 6 \\ \circ & 4 & \circ & 6 & \circ & 5 & \circ & 2 & \circ \\ 7 & & 2 & & 6 & & 4 & & 3 \\ \circ & 7 & \circ & 6 & \circ & 6 & \circ & 4 & \circ \\ 6 & & 4 & & 3 & & 4 & & 2 \\ \circ & 5 & \circ & 2 & \circ & 2 & \circ & 7 & \circ \end{pmatrix}$$

6. Решить задачу коммивояжера

$$\begin{pmatrix} x & 12 & 1 & 1 & 7 & 2 \\ 20 & x & 16 & 8 & 2 & 3 \\ 16 & 3 & x & 20 & 4 & 8 \\ 8 & 20 & 16 & x & 9 & 11 \\ 3 & 14 & 14 & 5 & x & 18 \\ 13 & 16 & 2 & 20 & 12 & x \end{pmatrix}$$

Контрольная работа №2

1. Найти нижнюю и верхнюю цену игры, седловую точку, если она есть.

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

2. Решить игру (2x2) аналитически и графически.

а) $\begin{pmatrix} -3 & 2 \\ 1 & -1 \end{pmatrix}$.

3. Решить игру.

а) $\begin{pmatrix} 1 & 4 & 2 & 6 \\ 5 & 3 & 4 & 4 \\ 2 & 6 & 3 & 7 \end{pmatrix}$.

4. Заданы вероятности холодной и теплой погоды, найти оптимальную стратегию игрока.

$$\begin{matrix} 0.4 & \begin{pmatrix} -2 & 3 & 4 & 5 \end{pmatrix} \\ 0.6 & \begin{pmatrix} 2 & 1 & 0 & -3 \end{pmatrix} \end{matrix}$$

5. Для функции полезности $u = x_1^{1/4} x_2^{3/4}$ найдите:

- а) предельные полезности в общем виде и в точке (1,1), проверьте их положительность и выполнение первого закона Госсена;
- б) эластичность полезности по каждому товару;
- в) найдите точку спроса в общем виде и при доходе 100, ценах (2,5).

6. Фирма производит в месяц продукции на 5000 д.е. на 20 станках. Подсчитано, что для увеличения прибыли на 1000 д.е. надо приобрести еще 5 станков. Численность рабочих составляет 20 человек. Предполагая, что производственная функция это функция Кобба – Дугласа, у которой $\alpha + \beta = 1$, найдите ее общий вид.

7. Подсчитано, что зависимость объема выпуска продукции предприятием от количества станков K и рабочих L определяется функцией $Y = 30K^{1/3}L^{1/3}$. Расходы на один станок составляют 5 у.е., а зарплата рабочего 2 у.е. Определите оптимальное количество станков и рабочих.

Контрольная работа №3

1. Найти и построить на координатной плоскости XY область определения

$$\text{функции двух вещественных переменных } z(x, y) = \sqrt{1 - \frac{x^2}{49} - \frac{y^2}{25}} + \ln(xy).$$

2. Получить уравнения изолиний функции двух вещественных переменных $z(x, y)$, построить их на координатной плоскости XY и вычислить вектор градиента функции в точке $M(1;1)$. Найдите также в этой точке уравнение касательной плоскости к поверхности графика функции и координаты соответствующего ей вектора единичной нормали: $z(x, y) = x^2 + 4y^2 - 2x - 16y + 20$.

3. Исследовать на экстремум функцию двух вещественных переменных:

$$z(x, y) = xy + \frac{1}{x} + \frac{1}{y}$$

4. Исследовать на условный экстремум функцию двух вещественных переменных $z(x, y) = x + 2y$, при наличии уравнения связи: $x^2 + y^2 = 5$.

5. Даны зависимости спроса D и предложения S от цены p ($D(p) = 400 - 20p$, $S(p) = 70 + 10p$).

Найдите равновесную цену, выручку при равновесной цене. Найдите цену, при которой выручка максимальна, и саму эту максимальную выручку.

6. Дядя Федор, кот Матроскин и Шарик создали в деревне «Простоквашино» частное фермерское хозяйство «Burenka». На местный рынок они решили поставлять коровье молоко по цене 38 руб. за литр и свежие куриные яйца по цене 20 руб. за десяток. Как показали экономические исследования кота Матроскина, издержки производства этой незамысловатой сельхозпродукции, связанные с закупкой комбикормов для коровы, кур и прочей живности, а также уплатой натуральных налогов почтальону Печкину можно приблизительно описать формулой:

$$g(x, y) = 3x^2 + 2y^2 - 4xy,$$

где x —объем молока в литрах, которое дает корова Буренка за неделю, а y —число десятков яиц, получаемых от кур несушек за тот же период. Используя эту информацию, требуется записать функцию чистой прибыли для хозяйства «Burenka» и рассчитать оптимальный бизнес-план. Выяснить, сколько литров молока и сколько десятков яиц следует производить за неделю, чтобы чистая прибыль была бы максимальной. Найдите эту прибыль!

Вопросы к зачету:

1. Задача о назначениях. Венгерский алгоритм решения задачи о назначениях.
2. Задача коммивояжера.
3. Элементы теории графов. Задача о кратчайшем пути в графе.
4. Основные понятия теории игр. Матричные игры. Цель игры. Решение игры.
5. Верхняя и нижняя цена игры. Максимум и минимум. Седловая точка.
6. Доминирование стратегий. Симметричные игры.
7. Решение игр 2×2 аналитически.
8. Графическое решение игр 2×2 .
9. Графическое решение игр $2 \times n$ и $2 \times m$.
10. Сведение игр к задаче линейного программирования.
11. Игры с природой.
12. Модель Леонтьева многоотраслевой экономики. Балансовый анализ.
13. Уравнения межотраслевого баланса. Коэффициенты прямых затрат.
14. Основная задача межотраслевого баланса. Матрица полных затрат.
15. Сетевые графики. Основные понятия. Критический путь. Сетевое планирование.
16. Ранние и полные сроки в сетевом графике. Полные резервы.
17. Предельный анализ экономических процессов. Маржинальные показатели. Эластичность функции. Ценовая эластичность спроса.
18. Модель оптимального поведения производителя для одноресурсной фирмы; для многоресурсной фирмы.
19. Многофакторные производственные функции. Производственная функция Кобба-Дугласа. Основные свойства.
20. Многофакторные производственные функции. Основные маржинальные (предельные характеристики). Предельная норма замещения.
21. Задача оптимизации выбора потребителя. Функция полезности. Основные свойства.
22. Предельные показатели функции полезности. Кривая безразличия. Предельные нормы замещения.
23. Определение точки спроса (маршалловский спрос) потребления. Законы Госсена.

Шкала оценивания

Уровень знаний, умений и навыков обучающегося при устном ответе во время проведения текущего контроля определяется баллами в диапазоне 0-100 %. Критериями оценивания при проведении устного опроса является демонстрация основных теоретических положений, в рамках ос-

ваиваемой компетенции, умение применять полученные знания на практике, овладение навыками анализа и систематизации экономической информации.

При оценивании результатов устного опроса используется следующая шкала оценок:

100% - 90%	Учащийся демонстрирует совершенное знание базовых положений и формирование основных навыков по математическому анализу, необходимых для решения задач, возникающих в практической экономической деятельности.
89% - 75%	Учащийся демонстрирует знание большей части базовых положений и формирование основных навыков по математическому анализу, необходимых для решения задач, возникающих в практической экономической деятельности
74% - 60%	Учащийся демонстрирует достаточное знание базовых положений и формирование основных навыков по математическому анализу, необходимых для решения задач, возникающих в практической экономической деятельности
менее 60%	Учащийся демонстрирует отсутствие знания базовых положений и формирования основных навыков по математическому анализу, необходимых для решения задач, возникающих в практической экономической деятельности

Уровень знаний, умений и навыков обучающегося при тестировании во время проведения текущего контроля определяется баллами в диапазоне 0-100 %. Критерием оценивания при проведении тестирования, является количество верных ответов, которые дал студент на вопросы теста. При расчете количества баллов, полученных студентом по итогам тестирования, используется следующая формула:

$$Б = \frac{В}{О} \times 100\%,$$

где Б – количество баллов, полученных студентом по итогам тестирования;

В – количество верных ответов, данных студентом на вопросы теста;

О – общее количество вопросов в тесте.

Уровень знаний, умений и навыков обучающегося во время промежуточной аттестации определяется оценками «Отлично» / «Хорошо»/ «Удовлетворительно»/ «Неудовлетворительно».

В соответствии с Положением о структуре и содержании балльно-рейтинговой системы оценки знаний обучающихся в Волгоградском институте управления – филиале ФГБОУ ВО «Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации» (Утверждено Ученым советом ВИУ РАНХиГС от 20.01.2017 г., Протокол №2):

1. В Волгоградском институте управления - филиале РАНХиГС принята следующая шкала соответствия рейтинговых оценок пятибалльным оценкам:

- ✓ 90-100% - «отлично» (5);
- ✓ 75 - 89% - «хорошо» (4);
- ✓ 60 - 74% - «удовлетворительно» (3);
- ✓ менее 60% - «неудовлетворительно» (2).

Для дисциплин, формой итогового отчета которых является зачет, приняты следующие соответствия: 60% – 100% – «зачтено»; менее 60% – «не зачтено».

2. Установлены следующие критерии оценок:

100% - 95%	студент глубоко понимает пройденный материал, отвечает четко и всесторонне, умеет оценивать факты, самостоятельно рассуждает, отличается способностью обосновывать выводы, разъяснять их в логической последовательности.
94% - 90%	студент глубоко понимает пройденный материал, отвечает четко и всесторонне, умеет оценивать факты, самостоятельно рассуждает, отличается способностью обосновывать выводы и разъяснять их в логической последовательности, но допускает отдельные неточности.
89% - 85%	студент глубоко понимает пройденный материал, отвечает четко и всесторонне, умеет оценивать факты, самостоятельно рассуждает, отличается способностью обосновывать выводы и разъяснять их в логической последовательности, но допускает некоторые ошибки общего характера.
84% - 80%	студент хорошо понимает пройденный материал, но не может теоретически обосновать некоторые выводы.
79% - 75%	студент отвечает в основном правильно, но чувствуется механическое заучивание материала.
74%-70%	в ответе студента имеются существенные недостатки, материал охвачен неполно, в рассуждениях допускаются ошибки.
69% - 65%	ответ студента правилен лишь частично, при разъяснении материала допускаются серьезные ошибки.
64% - 60%	студент имеет общее представление о теме, но не умеет логически обосновать свои мысли.
менее 60%	студент имеет лишь частичное представление о теме.

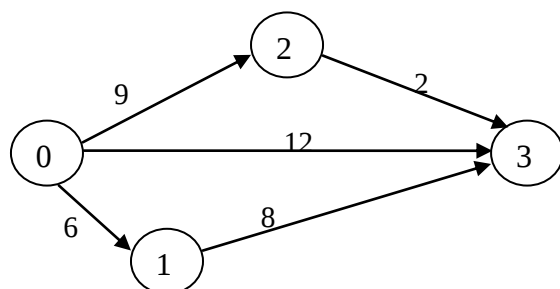
ПРОМЕЖУТОЧНОЕ И ИТОГОВОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ ПО КУРСУ

«Экономико-математические методы и модели»

БАНК ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ

С тестовыми материалами по дисциплине для данной специальности можно ознакомиться по адресу <http://i-exam.ru> (сайт НИИ мониторинга качества образования).

1. Указать время выполнения всего комплекса работ по заданному сетевому графику:



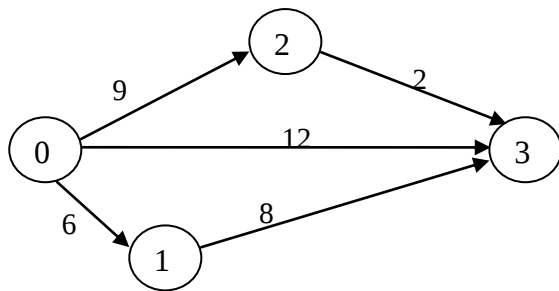
☐ 14;

☐ 12;

☐ 11;

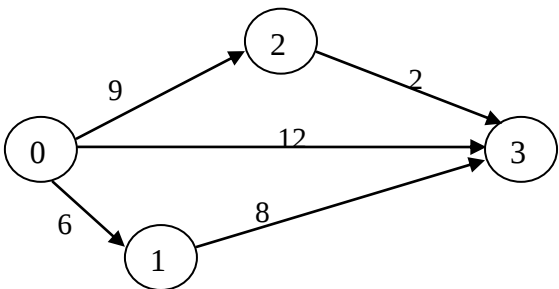
☐ 21.

2. Найти полный резерв времени для работы 0–2 по заданному сетевому графику:



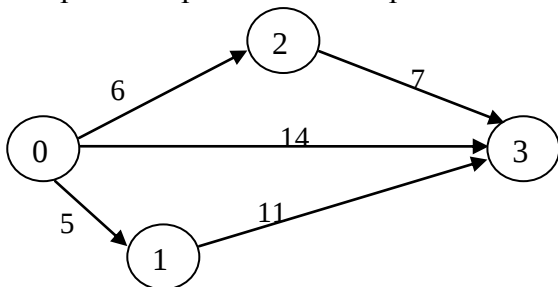
- ☐ 3; ☐ 0; ☐ 1; ☐ 2.

3. Для изображенного сетевого графика критическими являются работы...



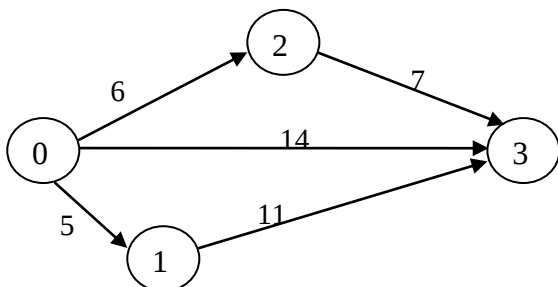
- ☐ 0–1 и 1–3; ☐ 0–1; ☐ 1–3; ☐ 0–2 и 2–3.

4. Найти ранний срок окончания работы 0–3.



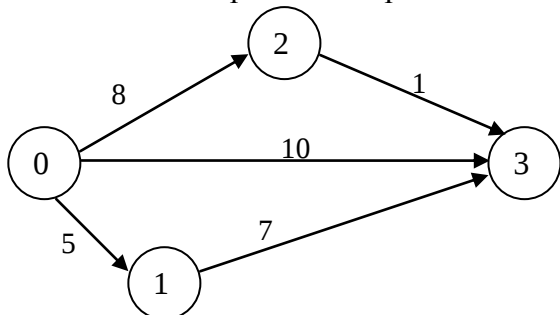
- ☐ 14; ☐ 16; ☐ 13; ☐ 6.

5. Найти ранний срок начала работы 2–3.



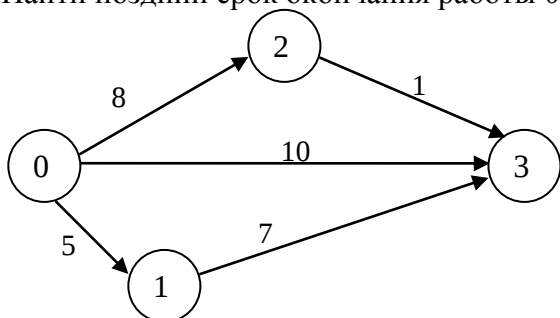
- ☐ 0; ☐ 5; ☐ 2; ☐ 6.

6. Найти поздний срок начала работы 1–3.



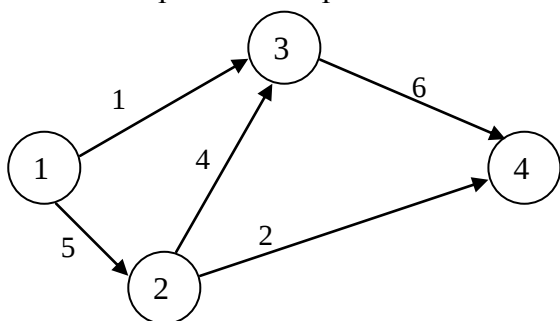
☐ 5; ☐ 0; ☐ 4; ☐ 1.

7. Найти поздний срок окончания работы 0–2.



☐ 11; ☐ 12; ☐ 10; ☐ 9.

8. Указать некритические работы сетевого графика.



☐ 1–3; ☐ 2–4; ☐ 3–4; ☐ 2–4.

9. Максимин – это...

☐ цена игры; ☐ нижняя цена игры; ☐ верхняя цена игры; ☐ равновесие.

10. Минимакс – это...

☐ цена игры; ☐ нижняя цена игры; ☐ верхняя цена игры; ☐ равновесие.

11. Игра имеет седловую точку, если...

☐ $\alpha > \beta$; ☐ $\alpha < \beta$; ☐ $\alpha = \beta$; ☐ $\alpha \neq \beta$.

12. Нижняя цена игры, заданной платежной матрицей $\begin{pmatrix} 2 & 5 \\ 6 & 4 \end{pmatrix}$, равна...

☐ 2; ☐ 6; ☐ 4; ☐ 5.

13. Верхняя цена игры, заданной платежной матрицей $\begin{pmatrix} 1 & 5 \\ 4 & 3 \end{pmatrix}$, равна...

☐ 1; ☐ 5; ☐ 4; ☐ 3.

14. Основная теорема теории игр «Каждая конечная матричная игра имеет, по крайней мере, одно решение среди смешанных стратегий» - это теорема...

☐ Сэвиджа; ☐ Вальда; ☐ Байеса 4; ☐ Неймана.

15. Найти оптимальную смешанную стратегию S_B^* игрока **В** в матричной игре $A = \begin{pmatrix} 4 & -5 \\ -6 & 10 \end{pmatrix}$

☐ (0,3; 0,7) ☐ (0,7; 0,3) ☐ (0,4; 0,6) 4; ☐ (0,6; 0,4).

15. Найти оптимальную смешанную стратегию S_A^* игрока **А** в матричной игре $A = \begin{pmatrix} -7 & 9 \\ 4 & -5 \end{pmatrix}$

☐ (0,36; 0,64) ☐ (0,56; 0,44) ☐ (0,44; 0,56) 4; ☐ (0,64; 0,36).

16. Найти цену матричной игры $A = \begin{pmatrix} 24 & -11 \\ -10 & 5 \end{pmatrix}$

☐ -0,1; ☐ 0,1; ☐ 0,2; ☐ 0,3.

17. Оптимальной стратегией по критерию Байеса является $0.4 \begin{pmatrix} -2 & 3 & 4 & 5 \\ 2 & 1 & 0 & -3 \end{pmatrix}$

☐ A_2 ; ☐ A_1 ; ☐ A_3 ; ☐ A_4 .

18. Найти оптимальную стратегию игры с природой по критерию Лапласа $\begin{pmatrix} 3 & 1 & 4 & 6 \\ 5 & 3 & 1 & 2 \\ 2 & 7 & 5 & 4 \\ 1 & 2 & 2 & 1 \end{pmatrix}$

☐ A_2 ; ☐ A_1 ; ☐ A_3 ; ☐ A_4 .

19. Найти оптимальную стратегию игры с природой по критерию Вальда $\begin{pmatrix} 3 & 1 & 4 & 6 \\ 5 & 3 & 1 & 2 \\ 2 & 7 & 5 & 4 \\ 1 & 2 & 2 & 1 \end{pmatrix}$

☐ A_2 ; ☐ A_1 ; ☐ A_3 ; ☐ A_4 .

20. Найти оптимальную стратегию игры с природой по критерию Гурвица при степени пессимиз-

ма 0,6 $\begin{pmatrix} 3 & 1 & 4 & 6 \\ 5 & 3 & 1 & 2 \\ 2 & 7 & 5 & 4 \\ 1 & 2 & 2 & 1 \end{pmatrix}$

☐ A_2 ; ☐ A_1 ; ☐ A_3 ; ☐ A_4 .

21. Найти оптимальную стратегию игры с природой по критерию полного оптимизма

$\begin{pmatrix} 3 & 1 & 4 & 6 \\ 5 & 3 & 1 & 2 \\ 2 & 7 & 5 & 4 \\ 1 & 2 & 2 & 1 \end{pmatrix}$

☐ A_2 ; ☐ A_1 ; ☐ A_3 ; ☐ A_4 .

22. Найти оптимальную стратегию игры с природой по критерию Сэвиджа $\begin{pmatrix} 3 & 1 & 4 & 6 \\ 5 & 3 & 1 & 2 \\ 2 & 7 & 5 & 4 \\ 1 & 2 & 2 & 1 \end{pmatrix}$

☐ A₂; ☐ A₁; ☐ A₃; ☐ A₄.

23. Линия уровня функции полезности называется...

☐ изокванта; ☐ кривая «доход – потребление»; ☐ кривая «цена – потребление»; ☐ кривая безразличия.

24. Задана функция полезности $u = x + 2\sqrt{y}$. Тогда кривая безразличия задается уравнением...

☐ $\frac{x}{2\sqrt{y}} = C$; ☐ $x + 2\sqrt{y} = C$; ☐ $1 + \frac{1}{\sqrt{y}} = C$; ☐ $2x\sqrt{y} = C$.

25. Функция полезности потребителя имеет вид $u = \sqrt{xy}$. Цена на благо $x = 20$, на благо $y = 10$, доход потребителя равен 200. Тогда оптимальный набор благ потребителя имеет вид...

☐ $x = 0; y = 20$; ☐ $x = 8; y = 4$; ☐ $x = 5; y = 10$; ☐ $x = 10; y = 10$.

26. Функция полезности потребителя имеет вид $u = \sqrt{xy}$. Цена на благо $x = 20$, на благо $y = 5$, доход потребителя равен 200. Тогда оптимальный набор благ потребителя имеет вид...

☐ $x = 4; y = 24$; ☐ $x = 20; y = 20$; ☐ $x = 5; y = 20$; ☐ $x = 0; y = 40$.

27. Функция полезности потребителя имеет вид $U(X; Y) = X^{0.4}Y^{0.5}$. Тогда предельная норма замещения продукта Y продуктом X $k = -\frac{U'_Y}{U'_X}$ равна...

☐ 1,25; ☐ 0,8; ☐ -1,25; ☐ -0,8.

28. Дана функция спроса $q = \frac{p+8}{p+1}$ и предложения $s = 2p + 2,5$, где p – цена товара. Тогда равновесный объем «спрос – предложение» равен...

☐ 4,5; ☐ 1; ☐ 8; ☐ 13,5.

29. Дана функция спроса $q = \frac{p+6}{p+1}$ и предложения $s = 2p + 1,5$, где p – цена товара. Тогда равновесный объем «спрос – предложение» равен...

☐ 3,5; ☐ 4,5; ☐ 1; ☐ 2,25.

30. Формула для вычисления эластичности функции имеет вид...

☐ $E_x(y) = \frac{y}{x} y'$; ☐ $E_x(y) = xy y'$; ☐ $E_x(y) = \frac{x}{y} y'$; ☐ $E_x(y) = \frac{y'}{xy}$.

31. Эластичность степенной функции $y = x^\alpha$ равна...

☐ $\alpha x^{\alpha-1}$; ☐ α ; ☐ $1 - \alpha$; ☐ $1 + \alpha$.

32. Эластичность линейной функции $y = kx + b$ равна...

$\bigcirc \frac{kx}{kx+b}; \bigcirc \frac{kx+b}{kx}; \bigcirc k; \bigcirc kx.$

33. Исследованиями установлено, что спрос q (изделий в сутки) на товар А в торговой фирме «Ландыш» зависит от его цены в рублях p по формуле $q = 2592 - 2p^2 + 18p$. При какой цене неэластичный спрос переходит в эластичный?

$\bigcirc 15; \bigcirc 16; \bigcirc 18; \bigcirc 20; \bigcirc 24.$

34. Спрос на товар называется эластичным, если...

$\bigcirc |E_p(q)| < 1; \bigcirc |E_p(q)| = 1; \bigcirc |E_p(q)| = 0; \bigcirc |E_p(q)| > 1.$

35. Исследованиями установлено, что спрос q (изделий в сутки) на товар А в торговой фирме «Ландыш» зависит от его цены в рублях p по формуле $q = 432 - p^2 + 15p$. При какой цене неэластичный спрос переходит в эластичный?

$\bigcirc 15; \bigcirc 16; \bigcirc 18; \bigcirc 20; \bigcirc 24.$

36. Линия уровня производственной функции называется...

$\bigcirc$ изокванта; $\bigcirc$ кривая безразличия; $\bigcirc$ изокоста; $\bigcirc$ изоклинал.

37. Для мультипликативной производственной функции $Y = 2K^{0,6}L^{0,51}$ коэффициент эластичности по капиталу равен...

$\bigcirc 1,11; \bigcirc 0,6; \bigcirc 0,51; \bigcirc 3,11.$

38. Для мультипликативной производственной функции $Y = 2K^{0,57}L^{0,64}$ коэффициент эластичности по труду равен...

$\bigcirc 0,57; \bigcirc 3,21; \bigcirc 1,21; \bigcirc 0,64.$

39. Производственная функция задается как $Y = K^{0,5}L^{0,5}$. Тогда предельный продукт труда $\frac{\partial Y}{\partial L}$ при $K=4, L=25$ равен...

$\bigcirc 0,4; \bigcirc 0,2; \bigcirc 1,25; \bigcirc 2,5.$

40. Производственная функция задается как $Y = K^{0,5}L^{0,5}$. Тогда предельный продукт труда $\frac{\partial Y}{\partial L}$ при $K=25, L=4$ равен...

$\bigcirc 10; \bigcirc 2,5; \bigcirc 1,25; \bigcirc 0,2.$

41. Производственная функция задается как $Y = K^{0,5}L^{0,5}$. Тогда предельный продукт труда $\frac{\partial Y}{\partial L}$ при $K=36, L=9$ равен...

$\bigcirc 18; \bigcirc 0,25; \bigcirc 2; \bigcirc 1.$

42. Производственная функция задается как $Y = K^{0,5}L^{0,5}$. Тогда предельная фондоемкость $\frac{\partial Y}{\partial K}$ при $K=4$, $L=25$ равен...

☐ 0,4; ☐ 0,2; ☐ 1,25; ☐ 2,5.

43. Производственная функция задается как $Y = K^{0,5}L^{0,5}$. Тогда предельная фондоемкость $\frac{\partial Y}{\partial K}$ при $K=25$, $L=4$ равен...

☐ 0,4; ☐ 0,2; ☐ 1,25; ☐ 2,5.

44. Производственная функция задается как $Y = K^{0,5}L^{0,5}$. Тогда предельная фондоемкость $\frac{\partial Y}{\partial K}$ при $K=8$, $L=50$ равен...

☐ 0,4; ☐ 0,2; ☐ 1,25; ☐ 2,5.

45. Неоклассическая мультипликативная производственная функция может иметь вид...

☐ $Y(K; L) = K^{-0,4}L^{-0,6}$; ☐ $Y(K; L) = 0,4K + 0,6L$; ☐ $Y(K; L) = K^{0,4}L^{0,6}$; ☐ $Y(K; L) = K^4L^{0,6}$.

46. Неоклассическая мультипликативная производственная функция может иметь вид...

☐ $Y(K; L) = K^{-0,3}L^{-0,7}$; ☐ $Y(K; L) = 0,3K + 0,7L$; ☐ $Y(K; L) = K^{0,3}L^{0,7}$; ☐ $Y(K; L) = K^3L^{0,7}$.

47. Мультипликативная производственная функция имеет вид $Y(K; L) = K^{0,6}L^{0,3}$. Тогда увеличение объема капитала на 1% приведет к увеличению валового выпуска на...

☐ 0,6%; ☐ 0,3%; ☐ 0,9%; ☐ 0,5%.

48. Мультипликативная производственная функция имеет вид $Y(K; L) = 0,7K^{0,5}L^{0,3}$. Тогда увеличение объема труда на 1% приведет к увеличению валового выпуска на...

☐ 0,7%; ☐ 0,3%; ☐ 0,8%; ☐ 0,5%.

49. Мультипликативная производственная функция имеет вид $Y(K; L) = 0,9K^{0,2}L^{0,3}$. Тогда увеличение объема труда на 1% приведет к увеличению валового выпуска на...

☐ 0,2%; ☐ 0,3%; ☐ 0,9%; ☐ 0,5%.

50. Зависимость между издержками производства C и объемом продукции Q выражается функцией

$C = 31Q - 0,09Q^3$. Тогда предельные издержки $\frac{dC}{dQ}$ при объеме производства $Q = 10$ равны...

☐ 28,3; ☐ 4; ☐ 220; ☐ 22.

51. Межотраслевые потоки x_{ij} в трехотраслевой производственно – экономической системе представ-

лены матрицей $\begin{pmatrix} 25 & 15 & 10 \\ 10 & 25 & 15 \\ 10 & 25 & 25 \end{pmatrix}$, а конечные продукты отраслей – столбцом $Y = \begin{pmatrix} 50 \\ 30 \\ 20 \end{pmatrix}$. Тогда матрица

коэффициентов прямых затрат имеет вид...

$$\begin{aligned} & \circ \begin{pmatrix} 0,25 & 0,15 & 0,10 \\ 0,10 & 0,25 & 0,15 \\ 0,10 & 0,25 & 0,25 \end{pmatrix}; \circ \begin{pmatrix} 0,50 & 0,50 & 0,50 \\ 0,20 & 0,83 & 0,75 \\ 0,20 & 0,83 & 1,25 \end{pmatrix}; \\ & \circ \begin{pmatrix} 0,25 & 0,15 & 0,10 \\ 0,125 & 0,3125 & 0,1875 \\ 0,125 & 0,3125 & 0,3125 \end{pmatrix}; \circ \begin{pmatrix} 0,25 & 0,1875 & 0,125 \\ 0,10 & 0,3125 & 0,1875 \\ 0,10 & 0,3125 & 0,3125 \end{pmatrix}. \end{aligned}$$

52. Межотраслевые потоки x_{ij} в трехотраслевой производственно – экономической системе представ-

лены матрицей $\begin{pmatrix} 5 & 10 & 15 \\ 15 & 5 & 10 \\ 10 & 15 & 5 \end{pmatrix}$, а конечные продукты отраслей – столбцом $Y = \begin{pmatrix} 20 \\ 50 \\ 10 \end{pmatrix}$. Тогда матрица

коэффициентов прямых затрат имеет вид...

$$\begin{aligned} & \circ \begin{pmatrix} 0,25 & 0,125 & 0,375 \\ 0,30 & 0,0625 & 0,25 \\ 0,20 & 0,1875 & 0,125 \end{pmatrix}; \circ \begin{pmatrix} 0,05 & 0,10 & 0,15 \\ 0,15 & 0,05 & 0,10 \\ 0,10 & 0,15 & 0,05 \end{pmatrix}; \\ & \circ \begin{pmatrix} 0,25 & 0,20 & 1,50 \\ 0,75 & 0,10 & 1,00 \\ 0,50 & 0,30 & 0,50 \end{pmatrix}; \circ \begin{pmatrix} 0,10 & 0,20 & 0,30 \\ 0,1875 & 0,0625 & 0,125 \\ 0,25 & 0,375 & 0,125 \end{pmatrix}. \end{aligned}$$

53. Межотраслевые потоки x_{ij} в трехотраслевой производственно – экономической системе представ-

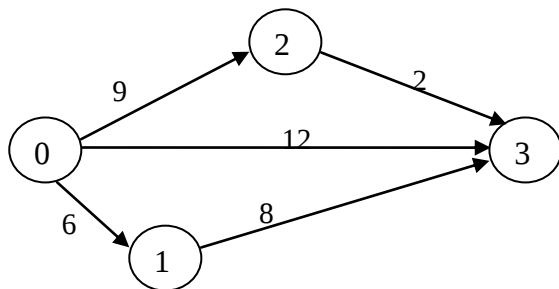
лены матрицей $\begin{pmatrix} 10 & 5 & 15 \\ 20 & 10 & 25 \\ 30 & 5 & 35 \end{pmatrix}$, а конечные продукты отраслей – столбцом $Y = \begin{pmatrix} 50 \\ 25 \\ 30 \end{pmatrix}$. Тогда матрица

коэффициентов прямых затрат имеет вид...

$$\begin{aligned} & \circ \begin{pmatrix} 0,125 & 0,0625 & 0,1875 \\ 0,25 & 0,125 & 0,3125 \\ 0,30 & 0,05 & 0,35 \end{pmatrix}; \circ \begin{pmatrix} 0,20 & 0,20 & 0,50 \\ 0,40 & 0,40 & 0,83 \\ 0,60 & 0,25 & 1,17 \end{pmatrix}; \\ & \circ \begin{pmatrix} 0,125 & 0,0625 & 0,15 \\ 0,25 & 0,125 & 0,25 \\ 0,375 & 0,0625 & 0,35 \end{pmatrix}; \circ \begin{pmatrix} 0,10 & 0,05 & 0,15 \\ 0,20 & 0,10 & 0,25 \\ 0,30 & 0,05 & 0,35 \end{pmatrix}. \end{aligned}$$

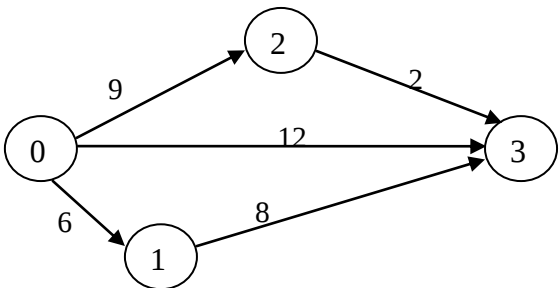
Примерный итоговый тест по дисциплине Экономико-математические методы и модели

1. Найти полный резерв времени для работы 0–2 по заданному сетевому графику:



- ☒ 3; ☐ 0; ☐ 1; ☐ 2.

2. Для изображенного сетевого графика критическими являются работы...



- ☒ 0–1 и 1–3; ☐ 0–1; ☐ 1–3; ☐ 0–2 и 2–3.

3. Максимин – это...

- ☐ цена игры; ☒ нижняя цена игры; ☐ верхняя цена игры; ☐ равновесие.

4. Верхняя цена игры, заданной платежной матрицей $\begin{pmatrix} 1 & 5 \\ 4 & 3 \end{pmatrix}$, равна...

- ☐ 1; ☐ 5; ☒ 4; ☐ 3.

5. Найти оптимальную смешанную стратегию S_B^* игрока **В** в матричной игре $A = \begin{pmatrix} 4 & -5 \\ -6 & 10 \end{pmatrix}$

- ☐ (0,3; 0,7) ☐ (0,7; 0,3) ☐ (0,4; 0,6) ☒ (0,6; 0,4).

6. Оптимальной стратегией по критерию Байеса является $0.4 \begin{pmatrix} -2 & 3 & 4 & 5 \\ 2 & 1 & 0 & -3 \end{pmatrix}$

- ☒ A_2 ; ☐ A_1 ; ☐ A_3 ; ☐ A_4 .

7. Найти оптимальную стратегию игры с природой по критерию Сэвиджа

$$\begin{pmatrix} 3 & 1 & 4 & 6 \\ 5 & 3 & 1 & 2 \\ 2 & 7 & 5 & 4 \\ 1 & 2 & 2 & 1 \end{pmatrix}$$

- ☐ A_2 ; ☐ A_1 ; ☒ A_3 ; ☐ A_4 .

8. Задана функция полезности $u = x + 2\sqrt{y}$. Тогда кривая безразличия задается уравнением...

☐ $\frac{x}{2\sqrt{y}} = C$; ☒ $x + 2\sqrt{y} = C$; ☐ $1 + \frac{1}{\sqrt{y}} = C$; ☐ $2x\sqrt{y} = C$.

9. Функция полезности потребителя имеет вид $u = \sqrt{xy}$. Цена на благо $x = 20$, на благо $y = 10$, доход потребителя равен 200. Тогда оптимальный набор благ потребителя имеет вид...

☐ $x = 0; y = 20$; ☐ $x = 8; y = 4$; ☒ $x = 5; y = 10$; ☐ $x = 10; y = 10$.

10. Функция полезности потребителя имеет вид $U(X; Y) = X^{0,4}Y^{0,5}$. Тогда предельная норма замещения продукта Y продуктом X при $X = Yk = -\frac{U'_Y}{U'_X}$ равна...

☐ 1,25; ☐ 0,8; ☒ -1,25; ☐ -0,8.

11. Дана функция спроса $q = \frac{p+6}{p+1}$ и предложения $s = 2p + 1,5$, где p – цена товара. Тогда равновесный объем «спрос – предложение» равен...

☒ 3,5; ☐ 4,5; ☐ 1; ☐ 2,25.

12. Эластичность степенной функции $y = x^\alpha$ равна...

☐ $\alpha x^{\alpha-1}$; ☒ α ; ☐ $1 - \alpha$; ☐ $1 + \alpha$.

13. Исследованиями установлено, что спрос q (изделий в сутки) на товар А в торговой фирме «Ландыш» зависит от его цены в рублях p по формуле $q = 432 - p^2 + 15p$. При какой цене неэластичный спрос переходит в эластичный?

☐ 15; ☐ 16; ☒ 18; ☐ 20; ☐ 24.

14. Для мультипликативной производственной функции $Y = 2K^{0,57}L^{0,64}$ коэффициент эластичности по труду равен...

☐ 0,57; ☐ 3,21; ☐ 1,21; ☒ 0,64.

15. Производственная функция задается как $Y = K^{0,5}L^{0,5}$. Тогда предельный продукт труда $\frac{\partial Y}{\partial L}$ при $K=4, L=25$ равен...

☐ 0,4; ☒ 0,2; ☐ 1,25; ☐ 2,5.

16. Неоклассическая мультипликативная производственная функция может иметь вид...

$$\bigcirc Y(K; L) = K^{-0,3} L^{-0,7}; \bigcirc Y(K; L) = 0,3K + 0,7L; \bigcirc Y(K; L) = K^{0,3} L^{0,7}; \bigcirc Y(K; L) = K^3 L^{0,7}.$$

17. Мультипликативная производственная функция имеет вид $Y(K; L) = K^{0,6} L^{0,3}$. Тогда увеличение объема капитала на 1% приведет к увеличению валового выпуска на...

$$\bigcirc 0,6\%; \quad \bigcirc 0,3\%; \quad \bigcirc 0,9\%; \quad \bigcirc 0,5\%.$$

18. Межотраслевые потоки x_{ij} в трехотраслевой производственно – экономической системе представ-

лены матрицей $\begin{pmatrix} 25 & 15 & 10 \\ 10 & 25 & 15 \\ 10 & 25 & 25 \end{pmatrix}$, а конечные продукты отраслей – столбцом $Y = \begin{pmatrix} 50 \\ 30 \\ 20 \end{pmatrix}$. Тогда матрица

коэффициентов прямых затрат имеет вид...

$$\bigcirc \begin{pmatrix} 0,25 & 0,15 & 0,10 \\ 0,10 & 0,25 & 0,15 \\ 0,10 & 0,25 & 0,25 \end{pmatrix}; \bigcirc \begin{pmatrix} 0,50 & 0,50 & 0,50 \\ 0,20 & 0,83 & 0,75 \\ 0,20 & 0,83 & 1,25 \end{pmatrix}; \bigcirc \begin{pmatrix} 0,25 & 0,15 & 0,10 \\ 0,125 & 0,3125 & 0,1875 \\ 0,125 & 0,3125 & 0,3125 \end{pmatrix}; \bigcirc \begin{pmatrix} 0,25 & 0,1875 & 0,125 \\ 0,10 & 0,3125 & 0,1875 \\ 0,10 & 0,3125 & 0,3125 \end{pmatrix}.$$

19. Зависимость между спросом на продукцию и ее ценой выражается функцией $d(p) = 20 - 0,5p$.

При какой цене выручка максимальна.

$$\bigcirc 10; \bigcirc 5; \quad \bigcirc 20; \bigcirc 15.$$

20. ПФКД имеет вид $Y = K^{0,4} L^{0,5}$. Найти предельную норму замещения трудового ресурса капиталом при $K = L$.

$$\bigcirc 1,25; \quad \bigcirc 0,8; \quad \bigcirc 0,4; \quad \bigcirc 0,5.$$

Тесты оцениваются по 100 балльной шкале. Все задания равноценны.

4.4. Методические материалы

Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, осуществляются в соответствии с Положением о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов в ФГБОУ ВО РАНХиГС и Регламентом балльно-рейтинговой системы оценки знаний обучающихся в Волгоградском институте управления – филиале ФГБОУ ВО «Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации».

5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

5.1. Рекомендации по планированию времени, необходимого на изучение дисциплины

Планирование времени, отводимого на изучение дисциплины «Экономико-математические методы и модели», является важным этапом организации учебной и самостоятельной работы каждого студента, поскольку от равномерности распределения учебной нагрузки будут, в конечном

итоге, зависят результаты его итоговой аттестации. Активизация учебной деятельности лишь в период сессии, при отсутствии текущей деятельности в течение учебного семестра, увеличивает нагрузку на студента в несколько раз. Объем изучаемого материала, рассчитанный на весь семестр, труднее освоить за короткий промежуток времени, что, безусловно, снижает качество полученных знаний.

Основные рекомендации по организации учебной деятельности студента в течение семестра и в период сессии можно обозначить следующим образом:

1. Каждому студенту необходимо стремиться к равномерному распределению времени при изучении тем дисциплины.
2. В процессе обучения студент не должен ограничиваться лишь посещением лекционных и семинарских занятий. На лекциях следует активно воспринимать предлагаемую лектором информацию, участвуя в дискуссиях, задавая вопросы лектору, особенно в случае, если новый материал достаточно сложен для понимания. Посещение семинаров является отличной возможностью для студента продемонстрировать свои знания и повысить, тем самым, свой рейтинг по данной дисциплине. Поэтому важно помнить, что занятия по дисциплине нужно не только посещать, но и использовать весь потенциал имеющихся возможностей с целью получения знаний, обладания навыками исследователя, упрощения итоговой аттестации по дисциплине.
3. Для полноценного изучения дисциплины следует выделить не менее двух дней в неделю, помимо аудиторных занятий, для самостоятельной работы по освоению тематики данного курса.

Структура времени, необходимого на изучение дисциплины

Форма изучения дисциплины	Время, затрачиваемое на изучение дисциплины, %
Изучение литературы, рекомендованной в учебной программе	20
Решение задач, практических упражнений и ситуационных примеров	60
Изучение тем, выносимых на самостоятельное рассмотрение	20
Итого	100

5.2. Рекомендации по подготовке к практическому (семинарскому) занятию

Практическое (семинарское) занятие – одна из основных форм организации учебного процесса, представляющая собой коллективное обсуждение студентами теоретических и практических вопросов, решение практических задач под руководством преподавателя. Основной целью практического (семинарского) занятия является проверка глубины понимания студентом изучаемой темы, учебного материала и умения изложить его содержание ясным и четким языком, развитие самостоятельного мышления и творческой активности у студента. На практических (семинарских) занятиях предполагается рассматривать наиболее важные, существенные, сложные вопросы

которые, наиболее трудно усваиваются студентами. При этом готовиться к практическому (семинарскому) занятию всегда нужно заранее. Подготовка к практическому (семинарскому) занятию включает в себя следующее:

- обязательное ознакомление с планом занятия, в котором содержатся основные вопросы, выносимые на обсуждение;
- изучение конспектов лекций, соответствующих разделов учебника, учебного пособия;
- работа с основными терминами (рекомендуется их выучить);
- изучение дополнительной литературы по теме занятия, делая при этом необходимые выписки, которые понадобятся при обсуждении на семинаре;
- формулирование своего мнения по каждому вопросу и аргументированное его обоснование;
- изучение алгоритмов решения и анализа типовых задач;
- запись возникших во время самостоятельной работы с учебниками и научной литературы вопросов, чтобы затем на семинаре получить на них ответы;
- обращение за консультацией к преподавателю.

5.3. Рекомендации по изучению методических материалов

Методические материалы по дисциплине позволяют студенту оптимальным образом организовать процесс изучения данной дисциплины. Методические материалы по дисциплине призваны помочь студенту понять специфику изучаемого материала, а в конечном итоге – максимально полно и качественно его освоить. В первую очередь студент должен осознать предназначение методических материалов: структуру, цели и задачи. В разделе, посвященном методическим рекомендациям по изучению дисциплины, приводятся советы по планированию и организации необходимого для изучения дисциплины времени, описание последовательности действий студента («сценарий изучения дисциплины»), рекомендации по работе с литературой, советы по подготовке к экзамену и разъяснения по поводу работы с тестовой системой курса и над домашними заданиями. В целом данные методические рекомендации способны облегчить изучение студентами дисциплины и помочь успешно сдать экзамен.

Изучение методических материалов ставит своей целью оказание помощи студентам экономических специальностей академии в организации их самостоятельной работы по овладению системой знаний, умений и навыков по дисциплине «Экономико-математические методы и модели» в объеме действующей программы. Эта работа требует не только большого упорства, но и умения, без которого затрата сил и времени не дает должного эффекта. Читать, понимать прочитанное и применять его практически – вот в чем суть умения работать с методическими пособиями.

Особое внимание необходимо уделить практикуму. Решение задач является лучшим способом творческого проникновения в математическую истину. Чтобы научиться решать задачи того или иного типа, рекомендуется сначала изучить план решения в общем виде (алгоритм), затем рассмотреть пример реализации плана в конкретном случае, решив при этом не менее 3 – 5 задач из числа предлагаемых для самостоятельного решения. Важной позицией является также то, что основным навыком профессионала является умение самостоятельно работать с литературой в процессе решения конкретной проблемы.

Конечно, общих рецептов для решения разнообразных задач не существует, однако рекомендуем придерживаться следующих советов:

- Внимательно изучите цель, поставленную в задаче; выявите, какие теоретические положения связаны с данной задачей в целом или некоторыми ее элементами.
- Не следует приступать к решению, не обдумав условия и не найдя плана решения.
- Попробуйте выделить в данной задаче серию вспомогательных задач, последовательное решение которых может привести к успеху.
- Определив экономико-математическую модель решения, реализуйте ее, произведите проверку полученного результата и его анализ.
- Очень успешным бывает применение функционально-графического метода.
- Если решить задачу не удастся, обязательно обратитесь к преподавателю за консультацией.

5.4. Рекомендации по работе с литературой

Очень важную роль играет выбор учебной литературы и методических пособий. Желательно придерживаться этих учебников при изучении всего курса, так как замена может привести к утрате логической связи между отдельными темами. В связи с этим рекомендуем особое внимание уделить следующим разделам:

- ☐ Теория игр.
- ☐ Сетевые модели.
- ☐ Модель Леонтьева многоотраслевой экономики.
- ☐ Производственная функция. Модель оптимального поведения производителя.
- ☐ Функция полезности. Модель оптимального поведения потребителя.

Изучая материал по учебнику, следует переходить к следующему вопросу только после понимания предыдущего, выполняя все необходимые вычисления. Особое внимание следует обращать на определение основных понятий. Необходимо подробно разбирать решения классических задач оптимизации и уметь строить аналогичные исследования самостоятельно. При изучении ма-

териала по учебнику полезно вести конспект, в который рекомендуется выписывать определения, формулировки теорем, формулы, уравнения и т.п. На полях конспекта следует отмечать вопросы, выделенные для получения консультации преподавателя.

5.5. Советы по подготовке к экзамену (зачету), контрольной работе

Фундамент знаний закладывается на лекционных и семинарских занятиях, а также при подготовке к ним. Буквально с первого сентября необходимо выработать серьезное отношение к конспекту по эконометрике. Он должен в полном объеме содержать определения и анализ основных эконометрических моделей.

Помните, что владение навыками эконометрического моделирования является следствием глубоко понятого соответствующего теоретического материала. Учебник нужно не просто читать, а изучать; основой запоминания является понимание, знание забывается – понимание никогда; повторение – важнейшее средство, предотвращающее забывание; необходимо выработать привычку систематической самостоятельной работы, «натаскивание» к экзамену или зачету дает слабый и поверхностный результат.

Для успешной сдачи зачета и экзамена студент должен знать наизусть достаточно солидный объем теорем, формул, алгоритмов, моделей. Не откладывая процесс заучивания на последние три дня перед экзаменом, подготовка должна вестись с первых лекций. Будет очень хорошо, если вы заведете себе личный справочник и будете его регулярно изучать, пополняя новым материалом. При подготовке к экзамену на первое место выходит умение студента решать и исследовать практические задачи. Следует отметить, что помимо выполнения строгого алгоритма при выполнении того или иного задания, решающую роль играет понимание экономической сути полученных результатов. Грамотные выводы, глубокое экономическое резюме решающие составляющие положительной оценки. При освещении теоретических вопросов билета всегда более эффективно выглядит ответ, иллюстрируемый примерами. Этот факт должен быть обязательно учтен при подготовке к экзамену. Особое внимание уделите базовым темам курса. Как правило, они формируют дополнительные вопросы. И не забывайте, что подготовка к экзамену начинается с первого дня изучения дисциплины.

6. Учебная литература и ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Экономико-математические методы и модели».

6.1. Основная литература.

1. Окунева Е.О. Методы оптимальных решений [Электронный ресурс– Электрон. текстовые данные. Воронеж: Воронежский филиал Московского гуманитарно-экономического

института, 2013,режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/44607>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю.

2. Джафаров К.А. Методы оптимальных решений [Электронный ресурс]: учебное пособие— Электрон. текстовые данные. Новосибирск:Новосибирский государственный технический университет, 2014,режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45386>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю.
3. Зайцев М.Г. Методы оптимизации управления и принятия решений: примеры, задачи, кейсы: учебное пособие. [Электронный ресурс]. – 640 с. М.: Издательский дом "Дело" РАНХиГС, 2015,режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/74851>.

6.2. Дополнительная литература.

1. Просветов Г. И. Математические методы и модели в экономике. Учебно – практическое пособие - М. : Альфа - Пресс , 2008. - 344с.
2. Баллод Б.А. Методы и алгоритмы принятия решений в экономике учебное пособие [Электронный ресурс]: Финансы и статистика, 2014 Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/18819>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю.
3. Красс М.С. Математика в экономике: Учеб. – М.:ИД ФБК–ПРЕСС, 2005.
4. О. О. Замков, А. В. Толстопятенко, Ю. Н. Черемных. Математические методы в экономике. - М.: Дело и Сервис, 2009.
5. И. В. Орлова, В. А. Половников, Экономико-математические методы и модели: компьютерное моделирование. - М.: Вузовский учебник: ИНФРА-М, 2011.
6. Федосеев В. В.. Экономико-математические методы и прикладные модели. Учебное пособие для вузов / В. В. Федосеев, А.Н. Гармаш, И. В. Орлова и др.; Под ред. В. В. Федосеева - 2-е издание. - М.: ЮНИТИ, 2005.
7. Колемаев В.А. Математическая экономика. – М.: ИНФРА–М, 2005.
8. Исследование операций в экономике. / Под.ред. Н.Ш.Кремера. –М.: Банки и биржи, 2007.
9. Конюховский Л.В. Математические методы исследования операций в экономике. – СПб.: ПИТЕР, 2000.
10. О. А. Волгина, Н. Ю. Голодная, Н. Н. Одияко. Экономико-математические методы и модели. Владивосток: Изд-во ВГУЭС, 2006.

6.3. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы.

Материал для самостоятельной работы включают в себя комплекс аналитических заданий, выполнение которых предполагает тщательное изучение учебно – методической литературы, предлагаемой в п.6 «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины». Задания

предоставляются на проверку на бумажном носителе. Предложенные задания оформляются в печатном виде (возможен рукописный вариант), форме аналитических таблиц и графических схем.

С тестовыми материалами по дисциплине для данной специальности можно ознакомиться по адресу <http://i-exam.ru> (сайт НИИ мониторинга качества образования).

6.4. Нормативные правовые документы.

Не предусмотрены.

6.5. Интернет-ресурсы, справочные системы.

1. Образовательный математический сайт - exponenta.ru.
2. Сайт НИИ мониторинга качества образования i-exam.ru.
3. Электронный учебный центр «Резольвента» <http://www.resolventa.ru/>
4. Образовательный математический сайт www.matburo.ru
5. <http://www.finstat.ru/econometrics.htm> - Тематический каталог, изд. «Финансы и статистика»
6. mathnet.spb.ru
7. www.math.ru
8. economictheory.narod.ru
9. <http://fmi.asf.ru/Library/Book/OperReserch/>
10. <http://www.intuit.ru/department/itmngt/microecon/>
11. <http://www.gaudeamus.omskcity.com/>
12. http://eusi.ru/umk/vzfei_ekonomiko_matematicheskie_metody_i/

7. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает в себя:

- ✓ лекционные аудитории, оборудованные видеопроекционным оборудованием для презентаций, средствами звуковоспроизведения, экраном и доской;
- ✓ компьютерные классы, для проведения занятий практического типа и самостоятельной работы оснащенные современными компьютерами с выходом в Интернет (компьютеры, принтеры, проекторы, экраны, аудиторные доски, компьютерные кресла, компьютерные столы, стулья, письменные столы, сеть Интернет, доступ к электронно-библиотечным системам и к электронной информационно-образовательной среде института);

- ✓ учебные аудитории для групповых и индивидуальных консультаций (письменные столы, стулья, аудиторная доска;

Дисциплина должна быть поддержана соответствующими лицензионными программными продуктами. Программные средства обеспечения учебного процесса должны включать:

- ✓ Операционные системы семейства Windows (98, XP, Vista, 7, 8);
- ✓ Microsoft Office;
- ✓ программы презентационной графики;
- ✓ видеопроигрыватели;
- ✓ графические редакторы.

Вуз обеспечивает каждого обучающегося рабочим местом в компьютерном классе в соответствии с объемом изучаемых дисциплин, обеспечивает выход в сеть Интернет.

Материально-техническое обеспечение дисциплины для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов включает в себя следующее:

- ✓ учебные аудитории оснащены специальным оборудованием и учебными местами с техническими средствами обучения для обучающихся с различными видами ограничений здоровья;
- ✓ учебная аудитория, в которой обучаются студенты с нарушением слуха оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой (акустический усилитель и колонки), видеотехникой (мультимедийный проектор), мультимедийной системой. Для обучения лиц с нарушениями слуха используются мультимедийные средства и другие технические средств для приема-передачи учебной информации в доступных формах;
- ✓ для слабовидящих обучающихся в лекционных и учебных аудиториях предусмотрен просмотр удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для удаленного просмотра;
- ✓ для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата в лекционных и учебных аудиториях предусмотрены специально оборудованные рабочие места;
- ✓ для контактной и самостоятельной работы используется мультимедийные комплексы, электронные учебники и учебные пособия, адаптированные к ограничениям здоровья обучающихся.

Обучающиеся с ограниченными возможностями здоровья и инвалиды, в отличие от остальных, имеют свои специфические особенности восприятия, переработки материала, выполнения промежуточных и итоговых форм контроля знаний. Они обеспечены печатными и электронными образовательными ресурсами (программы, учебники, учебные пособия, материалы для самостоятельной работы и т. д.) в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха, с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.