

Министерство образования Азербайджанской Республики  
Общество с ограниченной ответственностью  
«Азербайджанский Государственный Экономический Университет»  
Дербентский филиал Общества с ограниченной ответственностью  
«Азербайджанский Государственный Экономический Университет»



## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**по дисциплине**

### **Б2.Б.4 МЕТОДЫ ОПТИМАЛЬНЫХ РЕШЕНИЙ**

Направление подготовки

*38.03.01 «Экономика»*

Профиль подготовки

*Мировая экономика*

Квалификация (степень) выпускника

*Бакалавр*

Форма обучения

*Очная, заочная*

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>3</b>
<b>2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....</b>	<b>3</b>
<b>3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП БАКАЛАВРИАТА .....</b>	<b>4</b>
<b>4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ И АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСАХ.....</b>	<b>4</b>
<b>5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>5</b>
<b>5.1. Структура дисциплины .....</b>	<b>5</b>
<b>5.2. Содержание тем лекционных занятий.....</b>	<b>6</b>
<b>5.3. Содержание тем практических (семинарских) занятий.....</b>	<b>7</b>
<b>6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ПО МОДУЛЮ) .....</b>	<b>11</b>
<b>7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ).....</b>	<b>12</b>
<b>7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины.....</b>	<b>12</b>
<b>7.2. Показатели и критерии оценивания компетенций.....</b>	<b>12</b>
<b>7.3. Примерные ( типовые) контрольные задания или иные материалы для проведения промежуточной аттестации.....</b>	<b>13</b>
<b>7.3.1. Примерные ( типовые) контрольные задания .....</b>	<b>Ошибка! Залка не определена.</b>
<b>7.3.2. Перечень экзаменационных вопросов по дисциплине «Методы оптимальных решений».....</b>	<b>42</b>
<b>7.4. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.....</b>	<b>43</b>
<b>8. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) .....</b>	<b>44</b>
<b>9. РЕСУРСЫ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ "ИНТЕРНЕТ", НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) .....</b>	<b>44</b>
<b>10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) .....</b>	<b>44</b>
<b>11. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ).....</b>	<b>48</b>
<b>12. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>48</b>
<b>13. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ.....</b>	<b>49</b>

## 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель изучения дисциплины: накопление необходимого запаса сведений по математике (основные определения, теоремы, правила), а также освоение математического аппарата, помогающего моделировать, анализировать и решать экономические задачи:

- помощь в усвоении математических методов, дающих возможность изучать и прогнозировать процессы и явления из области будущей деятельности студентов;
- развитие логического и алгоритмического мышления, способствование формированию умений и навыков самостоятельного анализа исследования экономических проблем, развитию стремления к научному поиску путей совершенствования своей работы.

## 2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

В совокупности с другими дисциплинами математического и естественнонаучного цикла ООП ВПО дисциплина «Методы оптимальных решений» направлена на формирование следующих **профессиональных компетенций бакалавра экономики**:

В результате изучения дисциплины студент должен обладать следующими профессиональными компетенциями (ПК):

- способен выбрать инструментальные средства для обработки экономических данных в соответствии с поставленной задачей, проанализировать результаты расчетов и обосновать полученные выводы (ПК-5);
- способен на основе описания экономических процессов и явлений строить стандартные теоретические и эконометрические модели, анализировать и содержательно интерпретировать полученные результаты (ПК-6).

В результате изучения дисциплины студент должен:

### **Знать:**

- инструментальные средства для обработки экономических данных в соответствии с поставленной задачей (ПК-5);
- основы построения, расчета и анализа современной системы показателей, характеризующих деятельность хозяйствующих субъектов на микро- и макроуровне (ПК-5);
- виды теоретических и эконометрических моделей (ПК-6);
- методы анализа результатов применения моделей к анализируемым данным (ПК-6).

### **Уметь:**

- осуществлять выбор инструментальных средств для обработки экономических данных в соответствии с поставленной задачей, анализировать результаты расчетов и обосновывать полученные выводы (ПК-5);
- строить на основе описания ситуаций стандартные теоретические и эконометрические модели (ПК-6);
- анализировать и содержательно интерпретировать результаты, полученные после построения теоретических и эконометрических моделей (ПК-6).

### **Владеть:**

- навыками применения современного математического инструментария для

решения экономических задач (ПК-5);

- методами представления результатов анализа (ПК-5);

- методами и приемами анализа экономических явлений и процессов с помощью стандартных теоретических и эконометрических моделей (ПК-6).

Форма итогового контроля знаний: **экзамен**. ЗЕТ - 4

### 3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП БАКАЛАВРИАТА

Дисциплина «Методы оптимальных решений» является дисциплиной математического и естественнонаучного цикла (Б2.Б.4) дисциплин основной образовательной программы высшего профессионального образования (ООП ВПО) подготовки бакалавров по направлению 38.03.01. Экономика, профиль «Мировая экономика» (квалификация - бакалавр).

Роль и значение данной дисциплины состоит в формировании профессиональных способностей и личностных качеств бакалавра.

Для изучения учебной дисциплины «Методы оптимальных решений» необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами: Линейная алгебра, Математический анализ и др.

Перечень последующих учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые учебной дисциплиной «Методы оптимальных решений»: финансовые вычисления, экономико-математическое моделирование и др.

### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ И АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСАХ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 144 часа, 4 зачетных единиц.

Вид учебной работы	Форма обучения	
	очная	заочная
<b>Семестр</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>144</b>	<b>144</b>
1. Контактная работа обучающихся с преподавателем, всего	90	25
<i>Аудиторная работа, всего:</i>	48	14
<i>из них в интерактивной форме</i>	18	4
<i>Лекции</i>	18	6
<i>Практические занятия</i>	30	8
<i>Внеаудиторная работа, всего</i>	42	9
<i>в том числе:</i>		
<i>- индивидуальная работа обучающихся с преподавателем;</i>	6	-
<i>- промежуточная аттестация – экзамен</i>	36	9
2. Самостоятельная работа обучающихся, всего	54	121

## 5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Структура дисциплины

для очной формы обучения

Наименование разделов (модулей) и тем	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)					Формы текущего контроля успеваемости. Форма промежуточной аттестации
	ЛК	ПР	СРС	КСР	Конт- роль	
<b>Раздел 1. Линейное программирование</b>	<b>8</b>	<b>14</b>	<b>28</b>	<b>3</b>		Устный опрос, тестирование, защита рефератов, контрольная работа
Тема 1. Введение. Задачи оптимизации в экономике и финансах.	2	2	6			
Тема 2. Финансово-экономические приложения линейного программирования	2	4	6			
Тема 3. Задачи многокритериальной оптимизации	2	4	8			
Тема 4. Задачи многокритериальной оптимизации	2	4	8			
<b>Раздел 2. Нелинейное программирование</b>	<b>10</b>	<b>16</b>	<b>26</b>	<b>3</b>		
Тема 5. Элементы теории игр	2	4	8			
Тема 6. Задачи выпуклого программирования	2	4	4			
Тема 7. Задачи выпуклого программирования	2	4	6			
Тема 8. Динамическое программирование	4	4	8			
<b>Итоговый контроль</b>					36	<b>экзамен</b>
<b>Итого</b>	<b>18</b>	<b>30</b>	<b>54</b>	<b>6</b>	<b>36</b>	

для заочной формы обучения

Наименование разделов (модулей)	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости. Форма промежуточной аттестации
	ЛК	ПК	СРС	Конт- роль	
<b>Раздел 1. Линейное</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>61</b>		Устный опрос,

<b>программирование</b>					тестирование, защита рефератов, контрольная работа
Тема 1. Введение. Задачи оптимизации в экономике и финансах.	1	2	28		
Тема 2. Финансово-экономические приложения линейного программирования	2	2	33		
<b>Раздел 2. Нелинейное программирование</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>60</b>		
Тема 3. Элементы теории игр	1	2	30		
Тема 4. Задачи выпуклого программирования. Динамическое программирование	2	2	30		
<b>Итоговый контроль</b>				9	<b>Экзамен</b>
<b>Итого</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>121</b>	<b>9</b>	

## 5.2. Содержание тем лекционных занятий.

### Тема 1. Введение. Задачи оптимизации в экономике и финансах.

1. Общая постановка задачи оптимизации. Задача математического программирования. Примеры задач оптимизации в экономике и финансах. Производственные функции, функции полезности, функции спроса.

2. Решение финансово-экономических оптимизационных задач при помощи дифференциального исчисления функций одной переменной (задача об оптимизации налогового бремени, задача об оптимизации налогообложения, задача о моменте сделки).

3. Примеры применения дифференциального исчисления функций нескольких переменных для решения финансово-экономических. Функция полезности, линия безразличия. Критерий оптимального набора товаров. Эластичность функции нескольких переменных

### Тема 2. Финансово-экономические приложения линейного программирования.

1. Двойственные задачи линейного программирования. Экономический смысл двойственной задачи. Примеры двойственных задач линейного программирования с финансово-экономическим содержанием.

2. Транспортная задача. Метод потенциалов и двойственность. Экономический смысл потенциалов. Постоптимальный анализ.

3. Открытая и закрытая модели двойственной задачи. Различные типы ограничений в транспортной задаче.

4. Метод дифференциальных рент решения транспортной задачи. Открытая модель транспортной задачи.

5. Предпосылки двойственного симплекс-метода. Псевдорешение. Алгоритм решения задач линейного программирования двойственным симплекс-методом.

6. Постановка задачи целочисленного программирования. Графический метод решения задач целочисленного программирования.

7. Метод Гомори решения задач целочисленного программирования. Примеры решения экономических задач.

8. Метод ветвей и границ (МВГ) решения задач целочисленного программирования. Решение задачи о коммивояжере МВГ.

### **Тема 3. Задачи многокритериальной оптимизации.**

1. Происхождение и постановка задачи многокритериальной оптимизации. Множество достижимых критериальных векторов. Доминирование и оптимальность по Парето. Эффективные решения и паретова граница.

2. Основные методы решения многокритериальных задач. Свертка критериев с весовыми коэффициентами. Метод обобщенного критерия.

3. Методы параметрического программирования и последовательных уступок решения многокритериальных задач.

### **Тема 4. Элементы теории игр.**

1. Понятие об игровых моделях. Платежная матрица. Верхняя и нижняя цена игры. Седловая точка. Решение игр в смешанных стратегиях. Теорема Неймана. Матричная игра как задача линейного программирования.

2. Принципы максимина и минимакса. Оптимальная стратегия и цена игры. Графическое решение игр вида  $2 \times n$  и  $m \times 2$ . Решения игровых задач методами линейного программирования.

### **Тема 5. Задачи выпуклого программирования.**

1. Постановка задачи выпуклого программирования. Условия регулярности системы ограничений задачи оптимизации (условия Слейтера). Функция Лагранжа.

2. Теорема Куна-Таккера. Экономический смысл множителей Лагранжа. Связь с седловыми точками функции Лагранжа. Задача квадратичного программирования.

3. Решение задач финансово-экономических задач выпуклого программирования при помощи теоремы Куна-Таккера. Решение задачи об оптимальном портфеле ценных бумаг.

4. Приближенные методы решения задач нелинейного программирования. Метод Франка-Вулфа.

### **Тема 6. Динамическое программирование.**

1. Основные предпосылки метода динамического программирования (ДП). Условия оптimum. Уравнения Беллмана и порядок их решения.

2. Решение задачи о распределении средств между предприятиями (дискретный и непрерывный случаи).

3. Решение задач об оптимальной замене оборудования и оптимальном распределении ресурсов методами динамического программирования

## **5.3. Содержание тем практических (семинарских) занятий**

### **Тема 1. Введение. Задачи оптимизации в экономике и финансах.**

Целью данного занятия является изучение задачи оптимизации и математического программирования. В результате изучения данной темы студенты

должны освоить основные характеристики финансово-экономических и оптимизационных задач.

**Вопросы для обсуждения:**

Общая постановка задачи оптимизации. Задача математического программирования. Примеры задач оптимизации в экономике и финансах. Производственные функции, функции полезности, функции спроса.

Решение финансово-экономических оптимизационных задач при помощи дифференциального исчисления функций одной переменной (задача об оптимизации налогового бремени, задача об оптимизации налогообложения, задача о моменте сделки).

Примеры применения дифференциального исчисления функций нескольких переменных для решения финансово-экономических. Функция полезности, линия безразличия. Критерий оптимального набора товаров. Эластичность функции нескольких переменных

**Контрольные вопросы:**

1) В чем заключаются особенности задач оптимизации и математического программирования?

2) Приведите примеры задач оптимизации в экономике и финансах.

3) Дайте сравнительную характеристику финансово-экономических оптимизационных задач при помощи дифференциального исчисления функций одной переменной.

4) Раскройте содержание понятия функций нескольких переменных для решения финансово-экономических.

**Тестирование студентов на выявление знаний по вводу курсу микроэкономической теории.**

**Тема 2. Финансово-экономические приложения линейного программирования.**

Целью данного занятия является изучение двойственных задач линейного программирования и транспортной задачи. В результате изучения данной темы студенты должны изучить открытые и закрытые модели двойственной задачи. Постановка задачи целочисленного программирования, знать особенности решения задач целочисленного программирования.

**Вопросы для обсуждения:**

Двойственные задачи линейного программирования. Экономический смысл двойственной задачи. Примеры двойственных задач линейного программирования с финансово-экономическим содержанием.

Транспортная задача. Метод потенциалов и двойственность. Экономический смысл потенциалов. Постоптимальный анализ.

Открытая и закрытая модели двойственной задачи. Различные типы ограничений в транспортной задаче.

Предпосылки двойственного симплекс-метода. Псевдорешение. Алгоритм решения задач линейного программирования двойственным симплекс-методом.

Постановка задачи целочисленного программирования. Графический метод решения задач целочисленного программирования.



Метод Гомори решения задач целочисленного программирования. Примеры решения экономических задач.

Метод ветвей и границ (МВГ) решения задач целочисленного программирования. Решение задачи о коммивояжере МВГ.

**Контрольные вопросы:**

1) Приведите способы решения двойственных задач линейного программирования.

1) Примеры решения задач целочисленного программирования.

**Тестирование студентов на определение знаний.**

**Тема 3: Задачи многокритериальной оптимизации.**

Целью данного занятия является изучение задач многокритериальной оптимизации, множества достижимых критериальных векторов и методы параметрического программирования. Студенты должны уметь решать многокритериальные задачи.

**Вопросы для обсуждения:**

Происхождение и постановка задачи многокритериальной оптимизации. Множество достижимых критериальных векторов. Доминирование и оптимальность по Парето. Эффективные решения и паретова граница.

Основные методы решения многокритериальных задач. Свертка критериев с весовыми коэффициентами. Метод обобщенного критерия.

Методы параметрического программирования и последовательных уступок решения многокритериальных задач.

**Контрольные вопросы:**

1) Раскрыть понятие многокритериальной оптимизации?

2) Определение множества достижимых критериальных векторов?

3) Основные методы решения многокритериальных задач?

4) Методы параметрического программирования?

**Тестирование.**

**Решение задач.**

**Тема 4. Элементы теории игр.**

Цель занятия - овладение методами вычисления двойного интеграла.

**Вопросы для обсуждения:**

Понятие об игровых моделях. Платежная матрица. Верхняя и нижняя цена игры. Седловая точка. Решение игр в смешанных стратегиях. Теорема Неймана. Матричная игра как задача линейного программирования.

Принципы максимина и минимакса. Оптимальная стратегия и цена игры. Графическое решение игр вида  $2 \times n$  и  $m \times 2$ . Решения игровых задач методами линейного программирования.

**Контрольные вопросы:**

1) Определение платежной матрицы. Приведите примеры.

2) Определение седловой точки?

3) Матричная игра как задача линейного программирования?

**Тестирование по теме.**

## **Решение задач на вычисление двойного интеграла.**

### **Тема 5. Задачи выпуклого программирования.**

Целью занятия является изучение задачи выпуклого программирования и условий регулярности системы ограничений задачи оптимизации. Студенты должны уметь решать финансово-экономические задачи выпуклого программирования при помощи теоремы Куна-Таккера..

#### **Вопросы для обсуждения:**

Постановка задачи выпуклого программирования. Условия регулярности системы ограничений задачи оптимизации (условия Слейтера). Функция Лагранжа.

Теорема Куна-Таккера. Экономический смысл множителей Лагранжа. Связь с седловыми точками функции Лагранжа. Задача квадратичного программирования.

Решение задач финансово-экономических задач выпуклого программирования при помощи теоремы Куна-Таккера. Решение задачи об оптимальном портфеле ценных бумаг.

Приближенные методы решения задач нелинейного программирования. Метод Франка-Вулфа.

#### **Контрольные вопросы:**

- 1) Какими способами можно решить задачу квадратичного программирования?
- 2) В чем смысл Теоремы Куна-Таккера?
- 3) Приближенные методы решения задач нелинейного программирования.

#### **Решение задач.**

### **Тема 6. Динамическое программирование.**

Целью занятия является изучение студентами метода динамического программирования, а также решение задачи о распределении средств между предприятиями.

#### **Вопросы для обсуждения:**

Основные предпосылки метода динамического программирования (ДП). Условия оптимум. Уравнения Беллмана и порядок их решения.

Решение задачи о распределении средств между предприятиями (дискретный и непрерывный случаи).

Решение задач об оптимальной замене оборудования и оптимальном распределении ресурсов методами динамического программирования

#### **Контрольные вопросы:**

- 1) Что представляют собой динамическое программирование?
- 2) Способы решения задачи о распределении средств между предприятиями?
- 3) Применение задач об оптимальной замене оборудования и оптимальном распределении ресурсов методами динамического программирования.

#### **Тестирование.**

## **6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ПО МОДУЛЮ)**

Самостоятельная работа студентов по дисциплине «Методы оптимальных решений» подразумевает применение следующих форм:

- самостоятельная работа во время основных аудиторных занятий;
- самостоятельная работа во внеаудиторное время.

### **1. Самостоятельная работа во время основных аудиторных занятий:**

- во время лекций предполагается предоставление студентам возможности формулировать и излагать вопросы преподавателю, а также комментировать и дополнять предлагаемый преподавателем материал;

- во время семинара студент может задавать направление обсуждаемым проблемам, предложить собственный вариант проведения семинара, активно участвовать в дискуссии, выступить с самостоятельно подготовленным материалом, подготовить реферат;

- на практическом занятии самостоятельная работа заключается в решении задач, предложенных в качестве дополнительного задания, выполнении тестовых заданий, упражнений, контрольных работ.

### **2. Самостоятельная работа во внеаудиторное время:**

- написание рефератов, представляющих собой самостоятельное изучение и краткое изложение содержания учебной и дополнительной литературы по определенной преподавателем или выбранной студентом теме;

- подготовка дополнительных вопросов к семинару, не вошедших в лекционный материал;

- выполнение домашних контрольных работ, включающих тестовые задания, упражнения, задачи и пр.;

- выполнение заданий творческого характера (например, написание эссе по какой-либо проблеме, анализ практической ситуации, и пр.).

### **Самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины**

<b>Темы для самостоятельной работы</b>	<b>Виды и содержание самостоятельной работы</b>
1. Метод дифференциальных решений. 2. Транспортная задача по критерию времени 3. Метод ветвей и границ решения задач целочисленного программирования 4. Решение задач квадратичного программирования с помощью симплекс-метода 5. Приближенные методы решения задач нелинейного программирования. Метод Франка-Вулфа. 6. Методы динамического программирования в финансовой математике.	1. Выполнение темы самостоятельной работы по рекомендуемой литературе и подготовке докладов к практическому занятию. 2. Подготовка рефератов по предложенным темам.

### Примерная тематика рефератов по дисциплине «Методы оптимальных решений»

1. Применение Симплекс метода для решения задач оптимизации.
2. Надграфик функции и его свойства.
3. Теорема Куна-Таккера.
4. Выпуклая задача нелинейного программирования.
5. Задача квадратичного программирования
6. Приближенные методы решения задач нелинейного программирования.

#### Метод Франка-Вулфа

7. Уравнения Беллмана и порядок их решения.
8. Платежная матрица. Верхняя и нижняя цена игры.
9. Принципы минимакса и максимина.
10. Модель Леонтьева многоотраслевой экономики.
11. Открытая и замкнутая модели Леонтьева

## 7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

### 7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины

№ п/п	Разделы дисциплины	Компетенции (код)	Оценочные средства
1	Раздел 1. Линейное программирование	ПК-5, ПК-6	Устный опрос, доклад, тестирование
2	Раздел 2. Нелинейное программирование	ПК-5, ПК-6	Устный опрос, доклад, тестирование
Промежуточный контроль			экзамен

### 7.2. Показатели и критерии оценивания компетенций

Результаты (освоенные компетенции)	Показатели оценки результата	Критерии оценивания результата
способен выбрать инструментальные средства для обработки экономических данных в соответствии с поставленной задачей,	– <b>знает</b> инструментальные средства для обработки экономических данных в соответствии с поставленной задачей; основы построения, расчета и анализа современной системы показателей, характеризующих деятельность хозяйствующих субъектов на микро- и макроуровне; – <b>умеет</b>	- освоена; - частично освоена; - не освоена.

<p>проанализировать результаты расчетов и обосновать полученные выводы (ПК-5);</p>	<p>осуществлять выбор инструментальных средств для обработки экономических данных в соответствии с поставленной задачей, анализировать результаты расчетов и обосновывать полученные выводы;</p> <p>– <b>владеет</b> навыками применения современного математического инструментария для решения экономических задач; методами представления результатов анализа;</p>	
<p>способен на основе описания экономических процессов и явлений строить стандартные теоретические и эконометрические модели, анализировать и содержательно интерпретировать полученные результаты (ПК-6).</p>	<p>– <b>знает</b> виды теоретических и эконометрических моделей; методы анализа результатов применения моделей к анализируемым данным;</p> <p>– <b>умеет</b> строить на основе описания ситуаций стандартные теоретические и эконометрические модели; анализировать и содержательно интерпретировать результаты, полученные после построения теоретических и эконометрических моделей;</p> <p>– <b>владеет</b> методами и приемами анализа экономических явлений и процессов с помощью стандартных теоретических и эконометрических моделей.</p>	<p>- освоена;</p> <p>- частично освоена;</p> <p>- не освоена.</p>

### 7.3. Примерные (типовые) контрольные задания или иные материалы для проведения промежуточной аттестации

#### Тесты на проверку «знать», формируемые компетенции: ПК-5, ПК-6

##### 1. Задача о распределении ресурсов требует знания

- A) дохода от вложений
- B) трудозатрат от времени
- C) спроса продукции от времени
- D) потребностей в ресурсах

##### 2. Задача стохастического программирования требует знания

- A) закона распределения случайного параметра
- B) средней величины случайного параметра
- C) дисперсии случайного параметра
- D) детерминированной целевой функции и допустимого разброса искомых параметров

##### 3. Задача целочисленного программирования требует знания

- A) целевой функции и ограничений
- B) функции штрафа
- C) точности округления
- D) допустимой коррекции ОДР

**4.Транспортная задача линейного программирования требует для ее решения знания**

- A) матрицы транспортных расходов
- B) матрицы Гессе
- C) матрицы квадратичной формы
- D) матрицы искомых переменных

**5.Первый этап принятия решения основывается на**

- A) информации о состоянии системы
- B) осознания цели, по которой принимается решение
- C) осознания критерия, по которому принимается решение
- D) генерации альтернатив

**6.Модель задачи о рюкзаке описывает**

- A) распределение капиталовложений по временным периодам с бюджетным ограничением
- B) перевозку грузов от поставщика к потребителям
- C) поток в сети
- D) распределение капиталовложений с бюджетным ограничением

**7.Задача коммивояжера является**

- A) математической задачей календарного планирования
- B) математической моделью нелинейного программирования
- C) случайного поиска
- D) задачей стохастического программирования

**8.Двойственность в линейном программировании дает возможность**

- A) при затруднениях в решении поменять задачи
- B) контролировать правильность решения
- C) решать задачи массового обслуживания
- D) применить линейное программирование для задач квадратичного программирования

**9.Класс задач линейного программирования предусматривает**

- A) линейные целевые функции и линейные ограничения
- B) линейные целевые функции
- C) линейные ограничения
- D) линейность в ограниченной окрестности целевой функции

**10.Класс задач квадратичного программирования предусматривает**

- A) квадратичную целевую функцию и линейные ограничения
- B) квадратичную целевую функцию и квадратичные ограничения
- C) линейную целевую функцию и квадратичные ограничения
- D) квадратичную целевую функцию и любые ограничения

**11. Целевая функция игровых задач определяет**

- A) правило выбора решения
- B) вероятность выигрыша
- C) меру риска
- D) максимальный выигрыш

**12.Метод динамического программирования**

- A) не предъявляет жестких требований к структуре задачи
- B) предъявляет жесткие требования к математической модели задачи
- C) ориентирован только на линейное программирование
- D) ориентирован на стохастическое программирование

**13.Недостаток метода динамического программирования**

- A) отсутствие универсального алгоритма для всех задач
- B) ориентирован только на линейное программирование
- C) ориентирован только на квадратичное программирование
- D) ориентирован на стохастическое программирование

**14. Задача математического программирования является допустимой, если**

- A) существует допустимый план

- B) целевая функция представлена функционалом качества
- C) ограничения допускают определение переменных
- D) переменные являются однополярными

**15. Модель задачи математического программирования представляет**

- A) формальное (математическое) описание изучаемого объекта
- B) словесное описание задачи
- C) выражение целевой функции
- D) неравенства-ограничения переменных

**16. Целочисленные задачи линейного программирования**

- A) ограничивают переменные целыми числами
- B) ограничивают переменные дискретными значениями
- C) ограничивают целевую функцию целыми числами
- D) ограничивают переменные и целевую функцию целыми числами

**17. Для перехода от задачи минимизации целевой функции к максимизации нужно**

- A) перейти к двойственной задаче
- B) изменить знак целевой функции
- C) изменить знак в неравенствах-ограничениях
- D) ввести дополнительные переменные

**18. Транспортная задача-это**

- A) задача линейного программирования отдельного класса
- B) задача с целочисленными переменными
- C) с булевыми переменными
- D) с любыми переменными

**19. Число различных опорных планов в задаче линейного программирования при числе переменных  $n$  и ограничениях  $m$**

- A)  $C_n^m$
- B)  $A_n$
- C)  $C_m^n$
- D)  $P_n$

**20. Задача линейного программирования не имеет решения, если**

- A) система уравнений –ограничений не совместна
- B) коэффициенты целевой функции пропорциональны коэффициентам какого-либо ограничения
- C) множество допустимых решений выпукло
- D) ограничения представлены неравенствами разных знаков

**21. Число положительных координат опорного плана в задаче линейного программирования**

- A) не может превышать числа ограничений задачи
- B) не может превышать числа переменных
- C) может быть больше числа ограничений задачи, но меньше числа переменных
- D) равно числу переменных

**22. Максимум целевой функции на выпуклом многограннике допустимых решений достигается**

- A) в вершине этого многогранника
- B) внутри многогранника
- C) в любой точке ОДР
- D) на гиперплоскостях многогранника

**23. Суть симплекс-метода**

- A) целенаправленный перебор вершин ОДР с оценкой оптимальности
- B) проверка на оптимальность всех точек ОДР
- C) проверка на оптимальность всех вершин многогранника ОДР
- D) проверка на оптимальность точек гиперплоскостей многогранника ОДР

**24. Основа вычислительной схемы симплекс-метода**

- A) преобразования базисных систем линейных уравнений
- B) перебор всех допустимых решений
- C) методика северо-западного угла
- D) многомерный поиск экстремума

**25. Двойственной к задаче  $\max z=cx, Ax=b, x \geq 0$  является**

- A)  $\min w=yb, yA \geq C$
- B)  $\max w=yb, yA \geq C$
- C)  $\min z=cx, Ax=b, x \geq 0$
- D)  $\min w=yb, yA \geq C, y \geq 0$ .

**26. В допустимых прямой и двойственной задачах**

- A) целевые функции равны
- B) не равны
- C) отличаются знаком
- D) обратны по величинам

**27. Базисное допустимое решение не вырождено, если**

- A) все  $m$  компонентов положительны
- B) все  $m$  компонентов не отрицательны
- C) все компоненты любые
- D) имеет больше  $m$  положительных координат

**28. Базисное решение вырождено, если оно**

- A) число положительных координат меньше  $m$
- B) допускает улучшение
- C) неотрицательно
- D) разных знаков переменных

**29. ОДР в задаче линейного программирования представляет геометрически**

- A) многогранник в многомерном пространстве
- B) многомерный шар
- C) невыпуклое множество в многомерном пространстве
- D) любое множество в многомерном пространстве

**30. Базисное решение получают при**

- A) нулевых свободных переменных
- B) положительных свободных переменных
- C) любых свободных переменных
- D) решением системы уравнений-ограничений

**31. Базис опорного плана содержит**

- A)  $m$  переменных
- B)  $(m-1)(n-1)$  переменных
- C)  $mn$  переменных
- D)  $n$  переменных

**32. Оптимальное решение транспортной задачи содержит**

- A)  $(m-1)(n-1)$  нулей
- B)  $m$  нулей
- C)  $n$  нулей
- D)  $mn$  нулей

**33. Метод северо-западного угла дает**

- A) допустимый план
- B) оптимальный план
- C) целочисленный план
- D) приближение опорного плана

**34. Метод потенциалов**

- A) разновидность симплекс-метода



- В) разновидность метода северо-западного угла
- С) разновидность метода Жордана Гаусса
- Д) разновидность сетевого планирования

**35.Сетевой граф выражает**

- А) выполнение этапов работы во времени
- В) иерархию работ
- С) процесс массового обслуживания
- Д) управление запасами

**36.Оптимальное решение-это**

- А) решение, доставляющее max целевой функции
- В) приемлемой решение
- С) решение, допускающее дальнейшее улучшение
- Д) множество недоминируемых вариантов

**37.Вектор целевой функции прямой задачи линейного программирования становится**

- А) вектором ограничений в двойственной задаче
- В) вектором целевой функции в двойственной задаче
- С) вектором целевой функции в двойственной задаче с противоположным знаком
- Д) вектором ограничений в двойственной задаче с противоположным знаком

**38.Матрица условий в двойственной задаче преобразуется в**

- А) транспонированную матрицу прямой задачи
- В) обратную матрицу прямой задачи
- С) эрмитово сопряженную матрицу прямой задачи
- Д) эквивалентную матрицу прямой задачи

**39.Если одна из задач двойственной пары имеет оптимальное решение, то другая**

- А) имеет оптимальное решение
- В) не имеет оптимального решения
- С) имеет оптимальное решение отличное от другой
- Д) вопрос определяется конкретной ОДР

**40.Если одна из двойственных задач не имеет оптимального решения, то**

- А) система ограничений двойственной задачи противоречива
- В) двойственная задача имеет бесконечное число решений
- С) целевая функция двойственной задачи не ограничена
- Д) двойственная задача может иметь оптимальное решение

**41.Задача целочисленного программирования решается методом**

- А) динамического программирования
- В) северо-западного угла
- С) золотого сечения
- Д) симплекс-методом с округлением до целого

**42.Метод отсечений представляет**

- А) отсечение от ОДР части плоскости, не содержащей целочисленных переменных
- В) симплекс метод
- С) метод округления приближенных решений до целых значений
- Д) перебор всех возможных из ОДР с отсечением дробных

**43.Динамическое программирование**

- А) метод пошаговой оптимизации
- В) модифицированный симплекс-метод
- С) машинный перебор всех вариантов
- Д) метод оптимизации на основе бинарных отношений

**44.Принцип Беллмана**

- А) оптимизации процесса, развернутого во времени
- В) многокритериальной оптимизации
- С) стохастического программирования

D) имитационного моделирования

**45. Глобальный экстремум определяется**

A) прямым сканированием

B) градиентным методом

C) методом наискорейшего спуска

D) по знакам производных целевой функции

**46. Задача многомерной оптимизации решается методом**

A) Гаусса-Зайделя

B) золотого сечения

C) дихотомии

D) Жордана Гаусса

**47. Метод линейно программирования используется в задачах**

A) квадратичного программирования

B) выпуклого программирования

C) невыпуклого программирования

D) безусловной оптимизации

**48. Метод штрафных функций**

A) сведение задачи на условный экстремум к задаче на безусловный экстремум

B) выполняется случайный поиск

C) случайный поиск с обучением

D) поисковый метод с ограничениями

**49. Метод динамического программирования использует**

A) метод сканирования

B) симплекс-метод

C) штрафных функций

D) множителей Лагранжа

**50. Задача условной оптимизации связана с**

A) с ограничением на переменные

B) ограничением на целевую функцию

C) существованием производных целевой функции

D) условием положительности переменных

**51. Метод оптимизации нулевого порядка использует**

A) значения исследуемой функции

B) значения первой производной исследуемой функции

C) значения первой и второй производных

D) значения функции и производных

**52. Качество итерационных методов поиска экстремума оценивается по**

A) скорости сходимости алгоритма

B) размерности математической модели

C) условию останова

D) количеству вычислительных операций

**53. Матрица Гессе характеризует**

A) выпуклость функции

B) монотонность функции

C) вид экстремума

D) сходимость алгоритма

**54. Специфика транспортной задачи позволяет применить**

A) венгерский метод

B) метод штрафных функций

C) метод квадратичного программирования

D) метод безусловной оптимизации

**55. При  $n-m=3$  оптимальное решение задачи линейного программирования достигается**

- А) в одной из вершин многогранника допустимых решений
- В) внутри многогранника допустимых решений
- С) в точках граничных поверхностей
- Д) на ребрах многогранника допустимых решений

**56. Динамическое программирование основано на понятии**

- А) условное оптимальное управление
- В) нечеткое управление
- С) программное управление
- Д) безусловное оптимальное управление

**57. Алгоритм Гомори позволяет**

- А) решить целочисленную задачу линейного программирования
- В) найти опорный план
- С) решить задачу нелинейного программирования
- Д) решить задачу многомерного поиска экстремума

**58. Метод потенциалов позволяет**

- А) решить транспортную задачу
- В) выполнить поиск одномерного экстремума
- С) выполнить поиск многомерного экстремума
- Д) найти критический путь в сети

**59. Метод ветвей и границ позволяет**

- А) решить задачу коммивояжера
- В) решить задачу квадратичного программирования
- С) случайного поиска экстремума
- Д) решать любые задачи математического программирования

**60. Число базисных переменных в задаче линейного программирования равно**

- А) числу линейно независимых уравнений-ограничений
- В) числу переменных
- С) числу переменных, входящих в целевую функцию
- Д) числу переменных, не входящих в целевую функцию

**Задания на проверку «уметь», формируемые компетенции: ПК-5, ПК-6**

**Задание №1**

Предприятие выпускает два наименования товаров - А и В, для производства которых используется сырье трех видов. Известны нормы затрат сырья (по видам) на производство единицы каждого наименования, общее количество сырья каждого вида, которым обеспечено производство, размер запланированной прибыли от реализации единицы товара каждого вида (см. соответствующую таблицу). Необходимо составить план производства изделий А и В, обеспечивающий наибольшую прибыль от их реализации. Порядок выполнения. 1. Построить математическую модель задачи (симметричного вида). 2. Решить задачу графическим методом. 3. Осуществить переход к каноническому виду задачи. 4. Решить задачу симплекс-методом. 5. Построить модель двойственной задачи и определить ее решение.

**Задание №2**

На трех базах находится однородный груз в известных количествах. Его необходимо привезти в пять магазинов, потребности которых в данном грузе известны. Нужно спланировать перевозки так, чтобы весь имеющийся груз был распределен, заказы всех магазинов были выполнены, общая стоимость перевозок при заданных тарифах была минимальной. Порядок выполнения. 1. Построить математическую модель задачи. 2. Найти первоначальное распределение перевозок методом минимального тарифа (1-7, 9-10 варианты) или методом северо-западного угла (8 вариант). 3. Оптимизировать полученное опорное решение методом потенциалов. (Числовые данные для выполнения решения задачи - запасы, потребности, тарифы – смотреть в соответствующей таблице).

**Задание №3**

Предприниматель планирует закупку трех партий новых товаров (1П, 2П, 3П) в условиях неясной рыночной конъюнктуры, относительно которой известны возможные состояния (1Р, 2Р, 3Р), а также объемы товарооборота по каждому варианту и их условные вероятности. Определить предпочтительный план закупки товаров. (Решение игры провести с использованием критериев Вальда, Гурвица с параметром  $k=0,4$ , Лапласа (1-5 варианты); Вальда, Сэвиджа, Байеса (6-10 варианты)).

**Задание №4**

Дана таблица структурно-временных параметров комплекса работ и сетевой граф, отражающий порядок и взаимосвязь данных работ. Необходимо рассчитать основные параметры сетевого план-графика (ранние сроки наступления событий, ранние сроки окончания работ, поздние сроки наступления событий, поздние сроки начала работ, полный и свободный резервы времени) и построить критические пути.

**Задание №5 1-5 варианты:**

На оптовую базу прибывают автомобили с промышленными товарами, причем за единицу времени -  $n$  машин. Разгрузку осуществляют  $n$  бригад грузчиков, каждая из которых на разгрузку одной машины в среднем затрачивает время, равное  $обст$ . Территория базы позволяет разместить  $m$  машин, ожидающих разгрузки. Для данной СМО необходимо: а) указать все возможные состояния; б) построить размеченный граф состояний; в) определить основные параметры, характеризующие ее работу; г) сделать экономический анализ эффективности работы данной СМО и возможности ее повышения.

**Задание №5 6-10 варианты:**

В магазине установлены  $n$  расчетных касс, каждая из которых обслуживает в среднем  $n$  покупателей в единицу времени. Считая, что поток покупателей простейшим с интенсивностью  $n$  заявок в единицу времени, найти все основные характеристики данной СМО. Для данной СМО необходимо: а) указать все возможные состояния; б) построить размеченный граф состояний; в) определить основные параметры, характеризующие ее работу; г) сделать экономический анализ эффективности работы данной СМО и возможности ее повышения.

**Вариант №1****Задание №1**

Вид сырья	Нормы расхода сырья		Запасы
	А	В	
I	2	5	432
II	3	4	424
III	5	3	528
Прибыль	34	50	

**Задание №2**

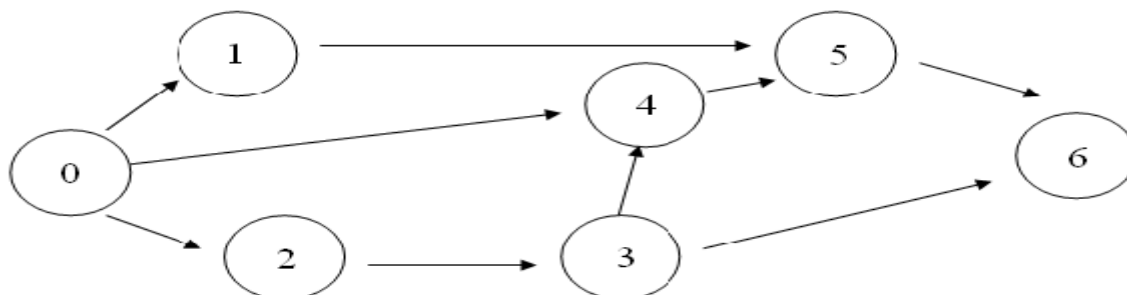
Базы	Потребители					Запасы $a_i$
	B1	B2	B3	B4	B5	
A1	7	9	15	4	18	200
A2	13	25	8	15	5	250
A3	5	11	6	20	12	250

Потребности $b_j$	80	260	100	140	120	700
-------------------	----	-----	-----	-----	-----	-----

## Задание №3

Партии товаров	Объёмы товарооборота (тыс. руб.)		
	P1	P2	P3
П1	9,2	6	4
П2	8,3	3,7	7,1
П3	5	5,6	8
Вероятности $p_j$	0,6	0,3	0,1

## Задание №4



Дуги	(0;1)	(0;2)	(0;4)	(1;5)	(2;3)	(3;4)	(3;6)	(4;5)	(5;6)
$t_{ij}$	6	10	16	12	4	2	10	2	2

## Задание №5

Параметры СМО	n	I (авт/час)	t	m
Значения	2	8	10	1

## Вариант №2

## Задание №1

Вид сырья	Нормы расхода сырья		Запасы
	A	B	
I	4	1	240
II	2	3	180
III	1	5	251
Прибыль	40	30	

## Задание №2

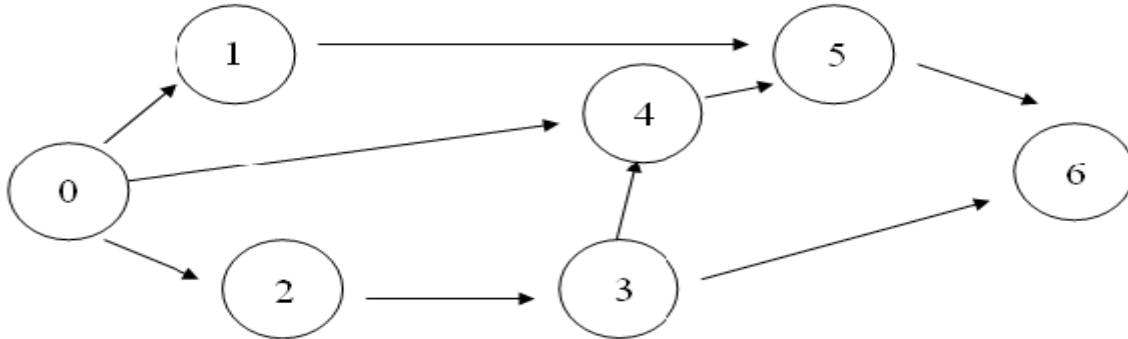
Базы	Потребители					Запасы $a_i$
	B1	B2	B3	B4	B5	
A1	19	8	14	5	9	150
A2	6	10	5	25	11	200
A3	7	13	8	12	14	150
Потребности $b_j$	60	140	100	60	12110	500

## Задание №3

Партии товаров	Объёмы товарооборота (тыс. руб.)
----------------	----------------------------------

	P1	P2	P3
П1	6,1	7,5	5
П2	7,2	5	8,1
П3	5	3,2	6
Вероятности $p_j$	0,7	0,1	0,2

## Задание №4



Дуги	(0;1)	(0;2)	(0;4)	(1;5)	(2;3)	(3;4)	(3;6)	(4;5)	(5;6)
$t_{ij}$	7	3	6	10	1	2	16	11	5

## Задание №5

Параметры СМО	n	I (авт/час)	t	m
Значения	4	6	20	3

## Вариант №3

## Задание №1

Вид сырья	Нормы расхода сырья		Запасы
	A	B	
I	2	7	560
II	3	3	300
III	5	1	332
Прибыль	55	35	

## Задание №2

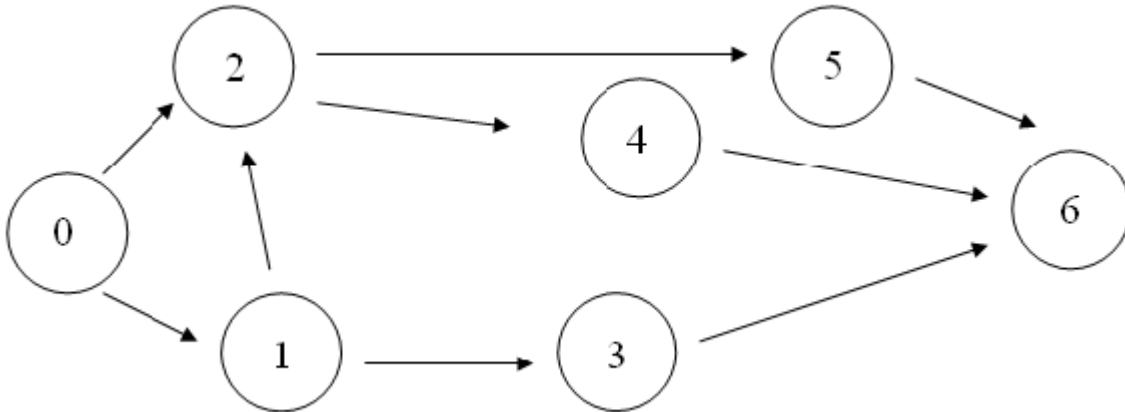
Базы	Потребители					Запасы $a_i$
	B1	B2	B3	B4	B5	
A1	3	10	6	13	8	200
A2	7	5	11	16	4	300
A3	12	15	18	9	10	200
Потребности $b_j$	220	160	160	100	200	800

## Задание №3

Партии товаров	Объёмы товарооборота (тыс. руб.)		
	P1	P2	P3
П1	2,2	3,8	0,5

П2	2,6	2,4	2,8
П3	3	3	3,1
Вероятности $p_j$	0,4	0,1	0,5

## Задание №4



Дуги	(0;1)	(0;2)	(0;4)	(1;5)	(2;3)	(3;4)	(3;6)	(4;5)	(5;6)
$t_{ij}$	4	10	3	6	4	7	6	5	2

## Задание №5

Параметры СМО	n	I (авт/час)	t	m
Значения	3	5	30	4

## Вариант №4

## Задание №1

Вид сырья	Нормы расхода сырья		Запасы
	A	B	
I	1	3	300
II	3	4	477
III	4	1	441
Прибыль	52	39	

## Задание №2

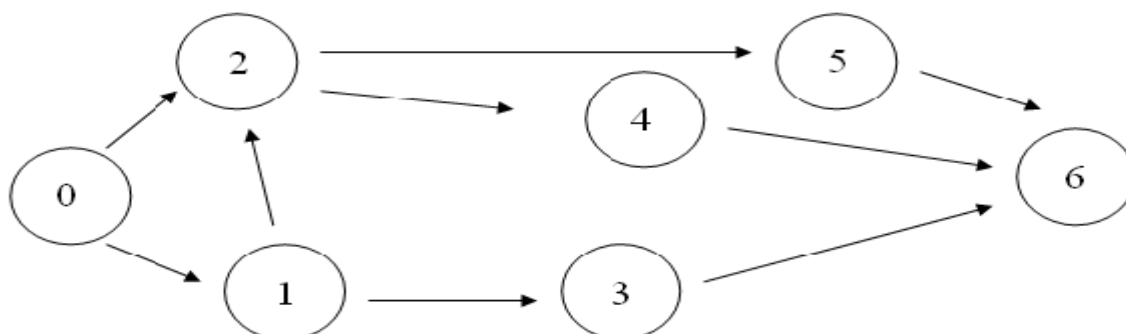
Базы	Потребители					Запасы $a_i$
	B1	B2	B3	B4	B5	
A1	15	8	9	11	12	100
A2	4	10	7	5	8	150
A3	6	3	4	15	20	250
Потребности $b_j$	100	40	140	60	160	500

## Задание №3

Партии товаров	Объёмы товарооборота (тыс. руб.)		
	P1	P2	P3
П1	2,4	0,9	1,7
П2	1,4	1,8	1,3

ПЗ	1,2	2	1,8
Вероятности $p_j$	0,5	0,2	0,3

## Задание №4



Дуги	(0;1)	(0;2)	(0;4)	(1;5)	(2;3)	(3;4)	(3;6)	(4;5)	(5;6)
$t_{ij}$	8	10	7	5	3	6	10	5	2

## Задание №5

Параметры СМО	n	I (авт/час)	t	m
Значения	4	2	20	3

## Вариант №5

## Задание №1

Вид сырья	Нормы расхода сырья		Запасы
	A	B	
I	2	3	298
II	6	2	600
III	1	5	401
Прибыль	22	40	

## Задание №2

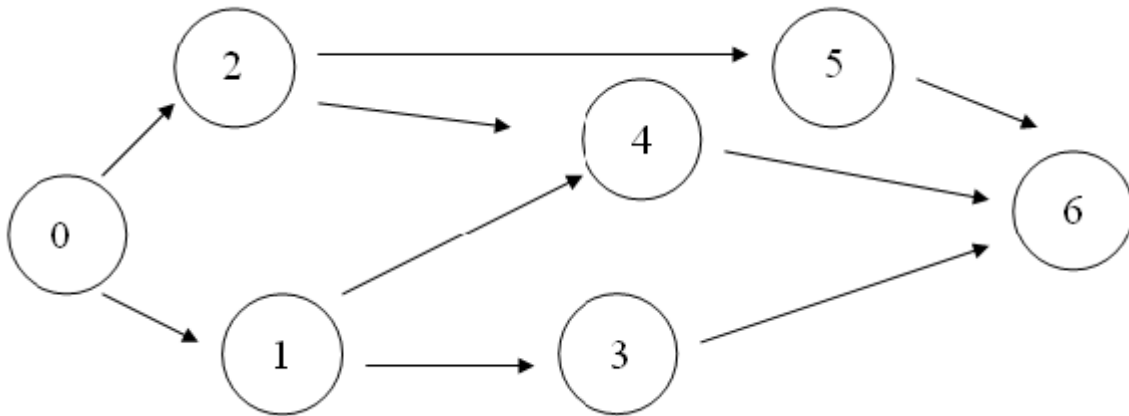
Базы	Потребители					Запасы $a_i$
	B1	B2	B3	B4	B5	
A1	25	9	12	6	18	300
A2	4	7	5	11	19	200
A3	10	15	18	13	8	200
Потребности $b_j$	120	180	100	140	160	700

## Задание №3

Партии товаров	Объёмы товарооборота (тыс. руб.)		
	P1	P2	P3
П1	2,2	3,1	2,7
П2	2,5	2,3	2,6
П3	2,7	2,6	2,9
Вероятности $p_j$	0,3	0,3	0,4



## Задание №4



Дуги	(0;1)	(0;2)	(0;4)	(1;5)	(2;3)	(3;4)	(3;6)	(4;5)	(5;6)
$t_{ij}$	7	8	5	4	7	8	9	10	9

## Задание №5

Параметры СМО	n	I (авт/час)	t	m
Значения	3	1	30	4

## Вариант №6

## Задание №1

Вид сырья	Нормы расхода сырья		Запасы
	A	B	
I	3	1	330
II	2	8	800
III	5	6	745
Прибыль	33	24	

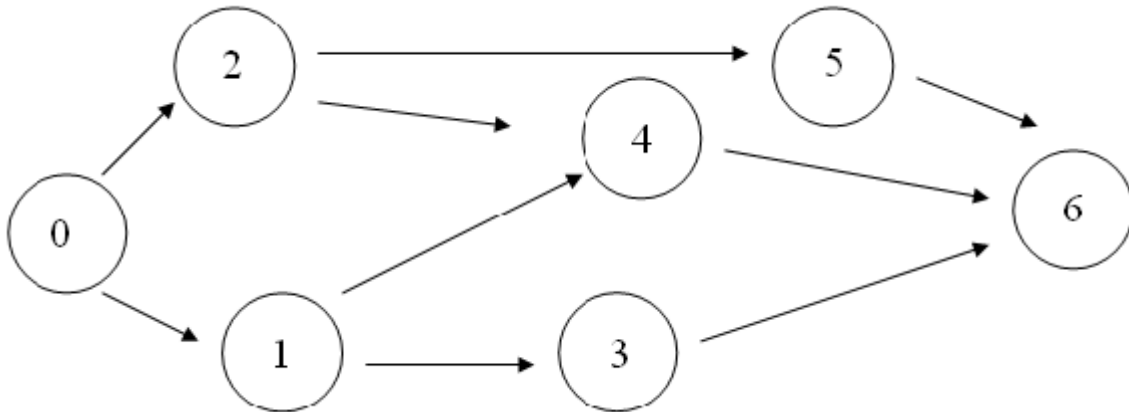
## Задание №2

Базы	Потребители					Запасы $a_i$
	B1	B2	B3	B4	B5	
A1	15	8	5	21	15	150
A2	4	12	7	8	10	200
A3	11	20	13	4	56	200
Потребности $b_j$	100	180	40	120	110	550

## Задание №3

Партии товаров	Объёмы товарооборота (тыс. руб.)		
	P1	P2	P3
П1	8,2	5	3
П2	7,3	4,7	6,1
П3	4	4,6	7
Вероятности $p_j$	0,6	0,3	0,1

## Задание №4



Дуги	(0;1)	(0;2)	(0;4)	(1;5)	(2;3)	(3;4)	(3;6)	(4;5)	(5;6)
$t_{ij}$	5	6	6	7	4	6	6	5	3

## Задание №5

Параметры СМО	n	i	m
Значения	3	2	1

## Вариант №7

## Задание №1

Вид сырья	Нормы расхода сырья		Запасы
	A	B	
I	3	4	600
II	3	1	357
III	1	5	600
Прибыль	42	26	

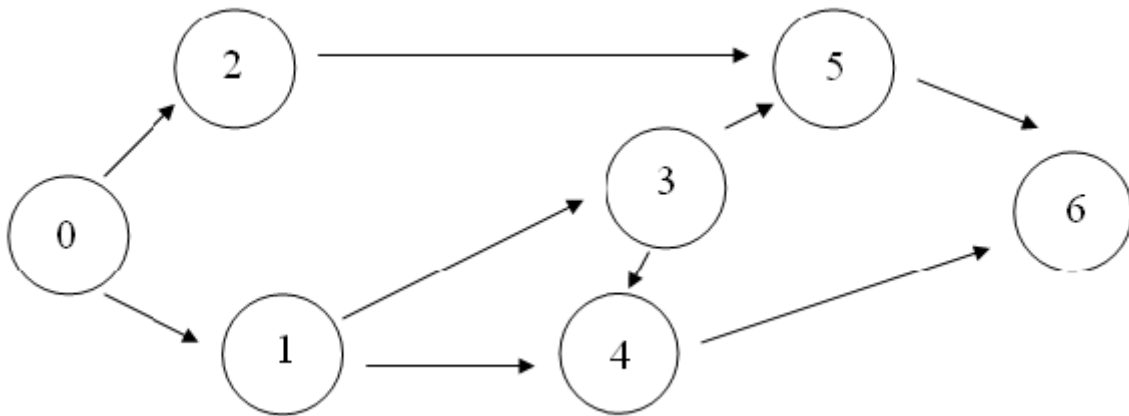
## Задание №2

Базы	Потребители					Запасы $a_i$
	B1	B2	B3	B4	B5	
A1	20	22	9	6	13	100
A2	5	13	7	4	10	180
A3	30	18	15	12	8	120
Потребности $b_j$	40	120	60	100	80	400

## Задание №3

Партии товаров	Объёмы товарооборота (тыс. руб.)		
	P1	P2	P3
П1	5,1	6,5	4
П2	6,2	4	7,1
П3	4	2,2	5
Вероятности $p_j$	0,7	0,1	0,2

## Задание №4



Дуги	(0;1)	(0;2)	(0;4)	(1;5)	(2;3)	(3;4)	(3;6)	(4;5)	(5;6)
$t_{ij}$	5	11	4	10	6	6	12	16	10

## Задание №5

Параметры СМО	n	i	m
Значения	4	4	2

## Вариант №8

## Задание №1

Вид сырья	Нормы расхода сырья		Запасы
	A	B	
I	5	4	810
II	4	2	980
III	2	6	786
Прибыль	34	36	

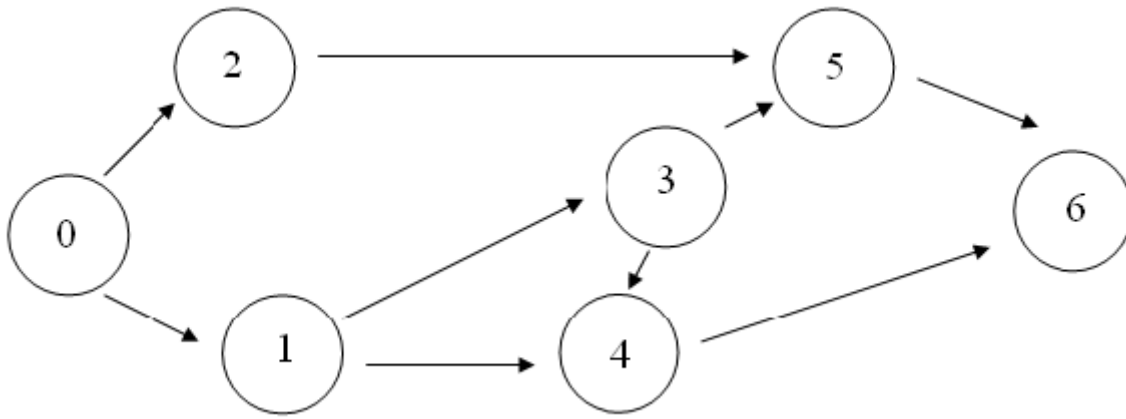
## Задание №2

Базы	Потребители					Запасы $a_i$
	B1	B2	B3	B4	B5	
A1	16	7	10	9	220	
A2	11	5	3	8	180	
A3	9	20	15	11	200	
Потребности $b_j$	80	140	200	60	600	

## Задание №3

Партии товаров	Объёмы товарооборота (тыс. руб.)		
	P1	P2	P3
П1	3,2	4,8	3,8
П2	3,6	3,4	4,1
П3	4	3	2,8
Вероятности $p_j$	0,4	0,1	0,5

## Задание №4



Дуги	(0;1)	(0;2)	(0;4)	(1;5)	(2;3)	(3;4)	(3;6)	(4;5)	(5;6)
$t_{ij}$	3	8	2	10	8	8	5	7	10

## Задание №5

Параметры СМО	n	i	m
Значения	5	5	2

## Вариант №9

## Задание №1

Вид сырья	Нормы расхода сырья		Запасы
	A	B	
I	2	4	580
II	4	4	680
III	3	2	438
Прибыль	30	44	

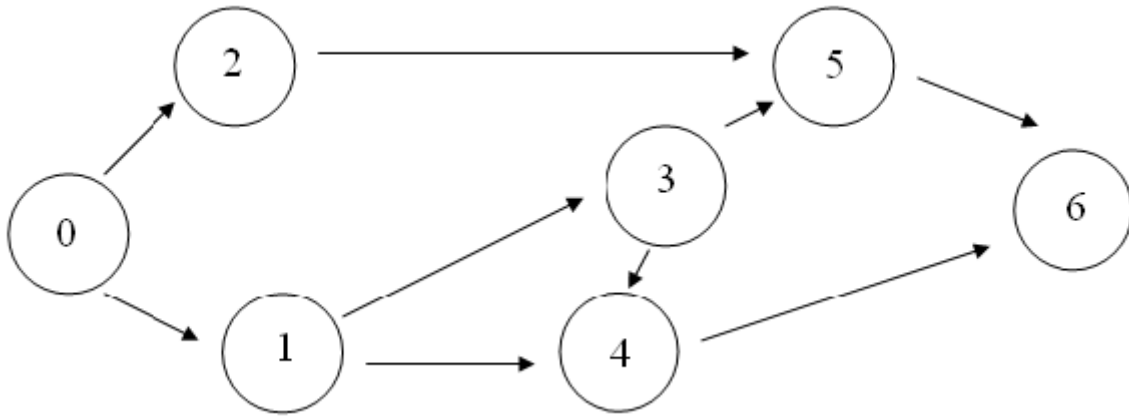
## Задание №2

Базы	Потребители					Запасы $a_i$
	B1	B2	B3	B4	B5	
A1	5	8	15	20	9	240
A2	8	7	6	12	14	160
A3	16	11	19	10	5	200
Потребности $b_j$	180	40	160	120	100	600

## Задание №3

Партии товаров	Объёмы товарооборота (тыс. руб.)		
	P1	P2	P3
П1	3,4	1,9	2,7
П2	2,4	2,8	2,3
П3	2,2	3	2,8
Вероятности $p_j$	0,5	0,2	0,3

## Задание №4



Дуги	(0;1)	(0;2)	(0;4)	(1;5)	(2;3)	(3;4)	(3;6)	(4;5)	(5;6)
$t_{ij}$	2	3	2	3	8	1	7	5	4

## Задание №5

Параметры СМО	$n$	$i$	$m$
Значения	3	3	3

## Вариант №10

## Задание №1

Вид сырья	Нормы расхода сырья		Запасы
	A	B	
I	5	2	750
II	4	5	807
III	1	7	840
Прибыль	30	49	

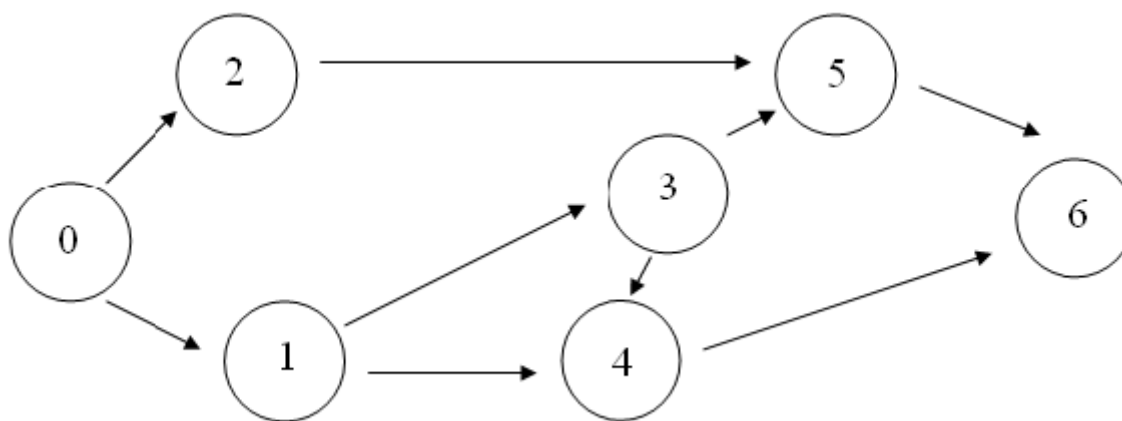
## Задание №2

Базы	Потребители					Запасы $a_i$
	B1	B2	B3	B4	B5	
A1	7	6	4	3	6	100
A2	8	5	15	9	10	200
A3	4	6	3	5	2	300
Потребности $b_j$	100	200	80	60	160	600

## Задание №3

Партии товаров	Объёмы товарооборота (тыс. руб.)		
	P1	P2	P3
П1	2,2	3,1	2,7
П2	2,5	2,3	2,6
П3	2,7	2,6	2,9
Вероятности $p_j$	0,3	0,3	0,4

## Задание №4



Дуги	(0;1)	(0;2)	(0;4)	(1;5)	(2;3)	(3;4)	(3;6)	(4;5)	(5;6)
$t_{ij}$	11	8	6	11	10	5	1	11	10

### Задание №5

Параметры СМО	n	i	m
Значения	5	2	1

**Задача 1.** На производство поступила достаточно большая партия стержней длиной 250 и 190 см. Нужно получить 470 заготовок длиной 120 см. и 450 заготовок длиной 80. Отходы должны быть минимизированы. Построить математическую модель данной задачи.

**Задача 2.** Найти максимум функции  $F = x_1 + x_2$  при условиях:  $2x_1 + 4x_2 \leq 16$ ,  $-4x_1 + 2x_2 \leq 8$ ,  $x_1 + 3x_2 \geq 9$ ,  $x_1, x_2 \geq 0$ . Обосновать.

**Задача 3.** Найти максимум функции  $F = 2x_1 + x_2 - x_3 + x_4 - x_5$  при условиях  $x_1 + x_2 + x_5 = 5$ ,  $2x_1 + x_2 + x_4 = 9$ ,  $x_1 + 2x_2 + x_5 = 7$ ,  $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5 \geq 0$ . Указание: использовать симплекс метод.

**Задача 4.** Для производства продукции трёх видов А, В, С используются три различных вида сырья. Каждый из видов сырья может быть использован в объёме не большем, чем 180, 210 и 236 кг. соответственно. Нормы затрат каждого из видов сырья на 1 кг. продукции данного вида и цена единицы продукции каждого вида приведены в таблице:

Вид сырья	Нормы затрат сырья на единицу продукции		
	Изделие А	Изделие В	Изделие С
I	4	2	1
II	3	1	3
III	1	2	5
Цена 1 кг. продукции (т.р.)	10	14	12

Потратив 50 т.р. фирма может открыть производство 4-го вида продукции, нормы затрат сырья на единицу которого составляют 2, 4 и 3 кг. соответственно, а цена 1 кг. равна 18 т.р. При этом функциональность старых линий производства не нарушается. Определить, окупится ли открытие новой линии производства при таких предположениях.

**Задача 5.** Дана задача линейного программирования  $f(x) = \langle c, x \rangle \rightarrow \max$ ,  $c = (c_1, \dots, c_n)$ ,  $Ax = b$ ,  $b = (b_1, \dots, b_m)$ . Доказать, что если эта задача имеет решение ( $f^* < +\infty$ ), то  $f(x) = \text{const}$  для любых допустимых  $x$ .

**Решение открытой транспортной задачи методом потенциалов**

**Задача.** На оптовых складах  $A_1, A_2, A_3, A_4$  имеются запасы некоторого продукта в известных количествах, который необходимо доставить в магазины  $B_1, B_2, B_3, B_4, B_5$ . Известны также тарифы на перевозку единицы продукта из каждого склада в каждый магазин.

Найти такой вариант прикрепления магазинов к складам, при котором сумма затрат на перевозку была бы минимальной.

**Задача.**

1.3

Некоторая фирма выпускает два набора удобрений для газонов: обычный и улучшенный. В обычный набор входит 3 кг азотных, 4 кг фосфорных и 1 кг калийных удобрений, а в улучшенный – 2 кг азотных, 6 кг фосфорных и 3 кг калийных удобрений. Известно, что для некоторого газона требуется, по меньшей мере, 10 кг азотных, 20 кг фосфорных и 7 кг калийных удобрений. Обычный набор стоит 3 ден. ед., а улучшенный – 4 ден. ед. Какие и сколько наборов удобрений нужно купить, чтобы обеспечить эффективное питание почвы и минимизировать стоимость?

Построить экономико-математическую модель задачи, дать необходимые комментарии к ее элементам и получить решение графическим методом. Что произойдет, если решать задачу на максимум, и почему?

**Задача.**

Для изготовления четырех видов продукции используют три вида сырья. Запасы сырья, нормы его расхода и цены реализации единицы каждого вида продукции приведены в таблице.

Тип сырья	Нормы расхода сырья на одно изделие				Запасы сырья
	А	Б	В	Г	
І	2	1	3	2	200
ІІ	1	2	4	8	160
ІІІ	2	4	1	1	170
Цена изделия	5	7	3	6	

Требуется:

1. Сформулировать прямую оптимизационную задачу на максимум выручки от реализации готовой продукции, получить оптимальный план выпуска продукции.

2. Сформулировать двойственную задачу и найти ее оптимальный план с помощью теорем двойственности.

3. Пояснить нулевые значения переменных в оптимальном плане.

4. На основе свойств двойственных оценок и теорем двойственности:

- проанализировать использование ресурсов в оптимальном плане исходной задачи;
- определить, как изменится выручка от реализации продукции и план ее выпуска при увеличении запасов сырья І и ІІ видов на 8 и 10 единиц соответственно и уменьшении на 5 единиц запасов сырья ІІІ вида;

- оценить целесообразность включения в план изделия Д ценой 10 единиц, на изготовление которого расходуется по две единицы каждого вида сырья.

**Задача.**

Промышленная группа предприятий (холдинг) выпускает продукцию трех видов, при этом каждое из трех предприятий группы специализируется на выпуске продукции одного вида: первое предприятие специализируется на выпуске продукции первого вида, второе предприятие – продукции второго вида, третье предприятие – продукции третьего вида. Часть выпускаемой

продукции потребляется предприятиями холдинга (идет на внутренне потребление), остальная часть поставляется за его пределы (внешним потребителям, является конечным продуктом).

Специалистами управляющей компании получены экономические оценки  $a_{ij}$  ( $i=1, 2, 3; j=1, 2, 3$ ) элементов технологической матрицы  $A$  (норма расхода, коэффициентов прямых материальных затрат) и элементов  $y_i$  вектора конечной продукции  $Y$ .

Требуется:

1. Проверить продуктивность технологической матрицы  $A=(a_{ij})$  (матрицы коэффициентов прямых материальных затрат).
2. Построить баланс (заполнить таблицу) производства и распределения продукции предприятий холдинга.

Предприятия (виды продукции)	Коэффициенты прямых затрат $a_{ij}$			Конечный продукт $Y$
	1	2	3	
1	0,2	0,1	0,2	150
2	0,0	0,1	0,2	180
3	0,1	0,0	0,1	100

### Задача.

В течении девяти последовательных недель фиксировался спрос  $Y(t)$  (млн.руб.) на кредитные ресурсы финансовой компании. Временной ряд  $Y(t)$  этого показателя приведен ниже в таблице.

Номер наблюдения ( $t = 1, 2, \dots, 9$ )								
1	2	3	4	5	6	7	8	9
3	7	10	11	15	17	21	25	23

Требуется:

1. Проверить наличие аномальных наблюдений.
2. Построить линейную модель  $(t) = a_0 + alt$ , параметры которой оценить МНК (( $t$ ) — расчетные, смоделированные значения временного ряда).
3. Оценить адекватность построенных моделей, используя свойства независимости остаточной компоненты, случайности и соответствия нормальному закону распределения (при использовании R/S-критерия взять табулированные границы 2,7—3,7).
4. Оценить точность моделей на основе использования средней относительной ошибки аппроксимации.
5. По двум построенным моделям осуществить прогноз спроса на следующие две недели (доверительный интервал прогноза рассчитать при доверительной вероятности  $p = 70\%$ ).
6. Фактические значения показателя, результаты моделирования и прогнозирования представить графически.

Вычисления провести с одним знаком в дробной части. Основные промежуточные результаты вычислений представить в таблицах (при использовании компьютера представить соответствующие листинги с комментариями).

**Задача.** Характеристики ОЕ с одним входом и одним выходом заданы таблицей:

0	1			4	5	6	7	8
---	---	--	--	---	---	---	---	---



Е								
х	3			9	11	3	1	4
у	3			8	10	7	1	1

- представить МПВ графически;
- выделить эффективные и неэффективные ОЕ;
- рассчитать графическим методом эффективность по входу и выходу для одной неэффективной ОЕ

**Задача.**

Найти максимум функции  $f(x,y)=xy$  при ограничениях  $(x-2)^2+(y-3)^2 \leq 1$ .

**Задача.**

Дана функция  $f(x,y) = x^2 - xy + y^2 + x - y$  и начальная точка  $x_0=0, y_0 = 0$ . Сделать два шага по методу градиентного спуска при том, что  $\alpha_0=1/2$ .

**Задача.**

Свести задачу о сетевом планировании (в которой требуется найти минимальное время, за которое может быть реализован проект), заданную в виде графа работ, к общему виду транспортной задачи (транспортная сеть с промежуточными пунктами).

**Задача.**

Пусть  $X$  – некоторое выпуклое множество в конечномерном пространстве  $R^n$ , а  $f(x)$  – выпуклая непрерывно-дифференцируемая функция, определённая на всём  $R^n$ . Доказать, что выполнение для некоторого  $x_0$  из  $X$  и любых  $x$  из  $X$  неравенства  $\langle f'(x_0), x-x_0 \rangle \geq 0$  является необходимым и достаточным условием того, что в  $x_0$  достигается глобальный минимум функции  $f(x)$  на множестве  $X$ .

1. Рассмотрим ситуацию, возникающую при слиянии двух фирм А и В. Их оценки относительно обсуждающихся в ходе переговоров вопросов показаны в таблице.

Пункты переговоров	Фирма	
	А	В
Название фирмы	10	20
Местонахождение штаб-квартиры	30	30
Назначение президента	10	20
Назначение исполнительного директора	20	10
Увольнение персонала	30	20

Постройте справедливое решение, используя процедуру «подстраивающийся победитель».

**Задача.**

Постройте мажоритарный граф при следующих предпочтениях участников на множестве  $N=\{1,2,3,4\}$  относительно кандидатов из множества  $A, B, C, D, E$ :

$A \succ B \succ C \succ D \succ E$ ;

$B \succ C \succ D \succ E \succ A$ ;

$C \succ D \succ E \succ A \succ B$ ;

$D \succ E \succ A \succ B \succ C$ .

Есть ли здесь победитель Кондорсе? Проанализируйте полученный результат.

**Задача.**

Пусть  $G=(X,Y,D)$ , где  $X=\{abcde\}$ ,  $Y=\{wxyz\}$  и  $D=\{ab, bc, cd, de, wx, xy, yz, zw, xy, yz\}$ . Найдите максимальное паросочетание в  $G$ , пользуясь алгоритмом его построения.

**Задача.**

Совет директоров банка состоит из пяти человек  $P, A, B, C, D$ . Президент банка  $P$  имеет три голоса, остальные члены совета директоров – по одному. Правило принятия решения – минимум пять голосов «за». Известно, что  $P$  и вице-президенты  $A$  и  $B$  в силу определенных причин никогда не голосуют все вместе за одно решение. Найдите индексы влияния Банцафа для каждого члена совета директоров.

**Задача.**

Доказать, что стабильное паросочетание, получаемое в задаче о марьяжах (с линейными предпочтениями) результате алгоритма отложенного принятия с предлагающими мужчинами для каждого из мужчин не хуже чем любое другое стабильное паросочетание.

### Ситуационные задачи на проверку «владеть», формируемые компетенции: ПК-5, ПК-6

#### Задача по использованию сырья

Виды сырья	Запасы сырья	Виды продукции	
		$\Pi_1$	$\Pi_2$
$S_1$	$b_1$	$a_{11}$	$a_{12}$
$S_2$	$b_2$	$a_{21}$	$a_{22}$
$S_3$	$b_3$	$a_{31}$	$a_{32}$
$S_4$	$b_4$	$a_{41}$	$a_{42}$
Стоимость 1 ед. продукции		$C_1$	$C_2$

$a_{ij}$  – количество единиц сырья вида  $S_i$ , расходуемого на производство одной единицы продукции вида  $\Pi_j$  ( $i=1,4, j=1,2$ ).

$$x_1 \text{ед} \rightarrow \Pi_1, x_2 \text{ед} \rightarrow \Pi_2$$

$$F(x) = c_1 x_1 + c_2 x_2 \rightarrow \max$$

при условиях

$$\left. \begin{aligned} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 &\leq b_1 \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 &\leq b_2 \\ a_{31}x_1 + a_{32}x_2 &\leq b_3 \\ a_{41}x_1 + a_{42}x_2 &\leq b_4 \end{aligned} \right\}$$

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0$$

#### Задача о диете

Питательные вещества	Кол-во единиц питательных веществ, содержащихся в единице продукции вида				Количество питательного вещества в диете
	$B_1$	$B_2$	...	$B_n$	
$N_1$	$a_{11}$	$a_{12}$	...	$a_{1n}$	$b_1$
$N_2$	$a_{21}$	$a_{22}$	....	$a_{2n}$	$b_2$

...	...	...	...	...	...
$N_n$	$a_{m1}$	$a_{m2}$	...	$a_{mn}$	$b_m$
Стоимость единицы продукта	$C_1$	$C_2$	....	$c_n$	

$a_{ij}$  - количество единицы питательного вещества вида  $N_i$ , содержащегося в одной единице продукта вида  $B_j$ .

$$x_1 e\partial \rightarrow B_1;$$

$$x_2 e\partial \rightarrow B_2;$$

...

$$x_n e\partial \rightarrow B_n$$

$$F(x) = c_1 x_1 + \dots + c_n x_n \rightarrow \min$$

при ограничениях

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n \geq b_1,$$

$$a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n \geq b_2,$$

...

$$a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n \geq b_m.$$

### Общая задача линейного программирования.

Каноническая (основная) форма	Стандартная (симметрическая) форма	Общая форма
1) ограничения		
Уравнения $\sum_{j=1}^n a_{ij}x_j = b_i, i = 1, m$	Неравенства $\sum_{j=1}^n a_{ij}x_j \leq (\geq 0)b_i, i = 1, m$	Уравнения неравенства $\sum_{j=1}^n a_{ij}x_j \begin{cases} \leq \\ \geq \end{cases} b_i, i = 1, m$
2) условия неотрицательности		
Все переменные $x_j \geq 0, j = 1, n$	Все переменные $x_j \geq 0, j = 1, n$	Часть переменных $x_j \geq 0, j = 1, s \quad s \leq n$
3) цель задачи ( $F(x) = \sum_{j=1}^n c_{ij}x_j$ )		
max или min $F(x)$	$\leq$ (max $F(x)$ ) $\geq$ (min $F(x)$ )	БФЧ или БШТ А(ч)

### Задание 1

На трех хлебокомбинатах ежедневно производится 110, 190 и 90 т муки. Эта мука потребляется четырьмя хлебозаводами, ежедневные потребности которых равны соответственно 80, 60, 170 и 80 т. Тарифы перевозок 1 т муки с хлебокомбинатов к каждому из хлебозаводов задаются матрицей:

$$C = \begin{bmatrix} 8 & 1 & 9 & 7 \\ 4 & 6 & 2 & 12 \\ 3 & 5 & 8 & 9 \end{bmatrix}$$

Составить такой план доставки муки, при котором общая стоимость перевозок является минимальной.

### Задание 2

В трех хранилищах горючего ежедневно хранится 175, 125 и 140 т бензина. Этот бензин ежедневно получают четыре заправочных станции в количествах, равных соответственно 180, 110, 60 и 40 т. Тарифы перевозок 1 т бензина с хранилищ к заправочным станциям задаются матрицей:

$$C = \begin{bmatrix} 9 & 7 & 5 & 3 \\ 1 & 2 & 4 & 6 \\ 8 & 10 & 12 & 1 \end{bmatrix}$$

Составить такой план перевозок бензина, при котором общая стоимость перевозок является минимальной.

### Задание 3

Имеется три участка земли, на которых могут быть засеяны кукуруза, пшеница, ячмень и просо. Площадь каждого из участков соответственно равна 600, 180 и 220 га. С учетом наличия семян кукурузой, пшеницей, ячменем и просом следует соответственно засеять 290, 180, 110 и 420 га. Урожайность каждой из культур для каждого из участков различна и задается матрицей:

$$C = \begin{bmatrix} 40 & 45 & 50 \\ 30 & 28 & 22 \\ 18 & 22 & 14 \\ 24 & 18 & 26 \end{bmatrix}$$

Определить, сколько гектаров каждой культуры на каждом из участков следует засеять так, чтобы общий сбор зерна был максимальным.

### Задание 4

Мясокомбинат имеет в своем составе четыре завода, на каждом из которых может изготавливаться три вида колбасных изделий. Мощности каждого из заводов соответственно равны 320, 280, 270 и 350 т/сут. Ежедневные потребности в колбасных изделиях каждого вида также известны и соответственно равны 450, 370 и 400 т. Зная себестоимость 1 т каждого вида колбасных изделий на каждом заводе, которая определяется матрицей

$$C = \begin{bmatrix} 2 & 3 & 4 \\ 1 & 5 & 3 \\ 6 & 4 & 2 \\ 7 & 8 & 5 \end{bmatrix},$$

найти такое распределение выпуска колбасных изделий между заводами, при котором себестоимость изготавливаемой продукции является минимальной.

### Задание 5

Для строительства четырех дорог используется гравий из трех карьеров. Запасы гравия в каждом из карьеров соответственно равны 120, 280 и 160 усл. ед. Потребности в гравии для строительства каждой из дорог соответственно равны 130, 220, 60 и 70 усл. ед. Известны также

тарифы перевозок 1 усл. ед. гравия из каждого карьера к каждой из строящихся дорог, которые задаются матрицей

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

Составить такой план перевозок гравия, при котором потребности в нем каждой из строящихся дорог были бы удовлетворены при наименьшей общей стоимости перевозок.

### Задание 6

Три предприятия данного экономического района могут производить некоторую однородную продукцию в количествах, соответственно равных 180, 350 и 20 ед. Эта продукция должна быть поставлена пяти потребителям в количествах, соответственно равных 110, 90, 120, 80 и 150 ед. Затраты, связанные с производством и доставкой единицы продукции, задаются матрицей

$$C = \begin{bmatrix} 7 & 12 & 4 & 6 & 5 \\ 1 & 8 & 6 & 5 & 3 \\ 6 & 13 & 8 & 7 & 4 \end{bmatrix}$$

Составить такой план прикрепления потребителей к поставщикам, при котором общие затраты являются минимальными.

### Задание 7

Для производства столов и шкафов мебельная фабрика использует необходимые ресурсы. Нормы затрат ресурсов на одно изделие данного вида, прибыль от реализации одного изделия и общее количество имеющихся ресурсов каждого вида приведены в следующей таблице:

Ресурсы	Нормы затрат ресурсов на одно изделие		Общее количество ресурсов
	стол	шкаф	
Древесина (м <sup>3</sup> ):	0,2	0,1	40
I вида	0,1	0,3	60
II вида	1,2	1,5	371,4
Трудоемкость (человеко-часов)			
Прибыль от реализации одного изделия (руб.)	60	80	

Определить, сколько столов и шкафов фабрике следует изготовить, чтобы прибыль от их реализации была максимальной.

### Задание 8

На мебельной фабрике из стандартных листов фанеры необходимо вырезать заготовки трех видов в количествах, соответственно равных 24, 31 и 18 шт. Каждый лист фанеры может быть разрезан на заготовки двумя способами. Количество получаемых заготовок при данном способе раскроя приведено в таблице. В ней же указана величина отходов, которые получаются при данном способе раскроя одного листа фанеры.

Вид заготовки	Количество заготовок (шт.) при раскрое по способу	
	1	2

I	2	6
II	5	4
III	2	3
Величина отходов (см <sup>2</sup> )	12	16

Определить, частоту использования способов раскроя фанеры так, чтобы было получено не меньше нужного количества заготовок при минимальных отходах.

### Задание 9.

На ткацкой фабрике для изготовления трех артикулов ткани используются ткацкие станки двух типов, пряжа и красители. В таблице указаны производительность станков каждого типа, нормы расхода пряжи и красителей, прибыль от реализации 1 м ткани данного артикула, а также общий фонд рабочего времени станков каждого типа, имеющиеся в распоряжении фабрики запасы пряжи и красителей и ограничения на возможный выпуск тканей данного артикула.

Ресурсы	Нормы затрат на 1 м ткани артикула			Общее количество ресурсов
	Артикул I	Артикул II	Артикул III	
Производительность станков (станко-часов):	0,02	0	0,04	200
I типа	0,04	0,03	0,01	500
II типа	1,0	1,5	2,0	15000
Пряжа (кг)	0,03	0,02	0,025	450
Красители (кг)				
Прибыль от реализации 1 м ткани (руб.)	5	8	8	
Выпуск ткани (м):				
минимальный	1000	2000	2500	
максимальный	2000	9000	4000	

Составить такой план изготовления тканей, согласно которому будет произведено возможное количество тканей каждого артикула, а прибыль от реализации максимальна.

### Задание 10

Для поддержания нормальной жизнедеятельности человеку ежедневно необходимо потреблять не менее 118 г белков, 56 г жиров, 500 г углеводов, 8 г минеральных солей. Количество питательных веществ, содержащихся в 1 кг каждого вида потребляемых продуктов, а также цена 1 кг каждого из этих продуктов приведены в следующей таблице:

	Содержание (г) питательных веществ в 1 кг продуктов						
	мясо	рыба	молоко	масло	сыр	крупа	картофель
Питательные вещества							
Белки	180	190	30	10	260	130	21
Жиры	20	3	40	865	310	30	2
Углеводы	0	0	50	6	20	650	200
Минеральные соли	9	10	7	12	60	20	10

Цена 1 кг про-							
дуктов (руб).	18	10	2,8	34	29	5	1

Составить дневной рацион, содержащий не менее минимальной суточной нормы потребности человека в необходимых питательных веществах при минимальной общей стоимости потребляемых продуктов.

### Задание 11

Для производства трех видов продукции предприятие использует два типа технологического оборудования и два вида сырья. Нормы затрат сырья и времени на изготовление одного изделия каждого вида приведены в таблице. В ней же указаны общий фонд рабочего времени каждой из групп технологического оборудования, объемы имеющихся запасов сырья каждого вида, прибыль от реализации изделия каждого вида и ограничения на возможный выпуск каждого из изделий.

Ресурсы	Нормы затрат на одно изделие вида		Общее количество ресурсов	
	1	2	3	4
Производительность оборудования (нормо-часов):				
I типа	2	0	4	200
II типа	4	3	1	500
Сырье(кг):	15	10	20	1495
1-го вида				
2-го вида	30	20	25	4500
Прибыль от реализации одного изделия (руб.)	10	15	20	-
Выпуск (шт.):				
Минимальный	10	20	25	-
Максимальный	20	40	100	-

Составить такой план производства продукции, согласно которому будет изготовлено необходимое количество изделий каждого вида, а прибыль от реализации изготавливаемой продукции максимальна.

### Задание 12

Кондитерская фабрика для производства трех видов карамели А,В, и С использует три вида основного сырья: сахарный песок, патоку и фруктовое пюре. Нормы расхода сырья каждого вида на производство 1 т карамели данного вида приведены в таблице.

В ней же указано общее количество сырья каждого вида, которое может быть использовано фабрикой, а также приведена прибыль от реализации 1 т карамели данного вида.

Вид сырья	Нормы расхода сырья (т) на 1 т карамели			Общее количество сырья (т)
	А	В	С	
Сахарный песок	0,5	0,3	0,6	8
Патока	0,2	0,6	0,2	6

Фруктовое пюре	0,3	0,1	0,2	3
Прибыль от реализации 1 т продукции (руб.)	120	112	126	

Найти план производства карамели, обеспечивающий максимальную прибыль от ее реализации.

### Задача о рюкзаке

Контейнер оборудован  $m$  отсеками вместимостью  $b_i$  ( $i = \overline{1, m}$ ) для перевозки  $n$  видов продукции  $\Pi_j$  ( $j = \overline{1, n}$ ). Виды продукции характеризуются свойством неделимости, т.е. их можно брать в количестве  $0, 1, 2, \dots$  единиц. Пусть  $a_{ij}$  - расход  $i$ -го отсека для перевозки единицы  $j$ -ой продукции. Обозначим через  $c_j$  полезность единицы  $j$ -ой продукции. Требуется найти план  $(x_1, x_2, \dots, x_n)$  перевозки, при котором максимизируется общая полезность рейса. Модель задачи примет вид:

$$\max F = \sum_{j=1}^n c_j x_j$$

при ограничениях на вместимости отсеков

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq b_i \quad (i = \overline{1, m})$$

условии неотрицательности

$$x_j \geq 0 \quad (j = \overline{1, n})$$

условии целочисленности

$$x_j - \text{целые} \quad (j = \overline{1, n}).$$

Когда для перевозки имеется один отсек и каждый вид продукции может быть взят или нет, то модель задачи принимает вид:

$$\max F = \sum_{j=1}^n c_j x_j$$

$$\sum_{j=1}^n a_j x_j \leq b$$

$$x_j \in \{0, 1\} \quad (j = \overline{1, n}).$$

### Задача о назначении

Имеет  $n$  исполнителей, которые могут выполнять  $n$  различных работ. Известна полезность  $c_{ij}$ , связанная с выполнением  $i$ -м исполнителем  $j$ -й работы ( $i, j = \overline{1, n}$ ). Необходимо назначить исполнителей на работы так, чтобы добиться максимальной полезности, при условии, что каждый исполнитель может быть назначен только на одну работу и за каждой работой должен быть закреплен только один исполнитель. Математическая модель задачи примет вид:

$$\max F = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij}$$

Каждый исполнитель назначается только на одну работу:



$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = 1$$

На каждую работу назначается только один исполнитель:

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = 1$$

Условия неотрицательности и целочисленности

$$x_{ij} \geq 0, x_{ij} \in \{0,1\} \quad (i, j = \overline{1, n}).$$

### Задача коммивояжера

Коммивояжер должен посетить один, и только один, раз каждый из  $n$  городов и вернуться в исходный пункт. Его маршрут должен минимизировать суммарную длину пройденного пути.

Математическая модель задачи:

$$\min F = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij}$$

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = 1$$

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = 1$$

Условия неотрицательности и целочисленности

$$x_{ij} \geq 0, x_{ij} \in \{0,1\} \quad (i, j = \overline{1, n}).$$

Добавляется условие прохождения маршрута через все города, т.е. так называемое условие цикличности. Иначе, маршрут должен представлять собой замкнутую ломаную, без пересечений в городах-точках.

**Найти экстремум функции градиентным методом:**

$$f(x_1, x_2) = x_1^2 + \frac{5}{2}x_2^2 - x_1x_2 - 7 \rightarrow \min, x^{(0)} = (3; -1).$$

2. Решить задачу о рациональном распределении ресурсов методом динамического программирования:

Номер варианта	Предприятие 1		Предприятие 2		Предприятие 3	
	C1	R1	C2	R2	C3	R3
1	0	0	0	0	0	0
2	2	5	2	6	2	5
3	3	7	4	8	3	6
4	4	8	-	-	4	7
5	-	-	-	-	5	9

Общая сумма капитальных вложений 8 млн. у.е.

#### **7.4. Перечень экзаменационных вопросов по дисциплине «Методы оптимальных решений»**

1. Определение функций многих переменных. Область определения.
2. Частные производные и дифференцируемость функций многих переменных.
3. Производная сложной функции двух вещественных переменных.
4. Экстремумы и их классификация. Локальные и глобальные экстремумы.
5. Общая задача оптимизации.
6. Общая задача линейного программирования.
7. Примеры задач линейного программирования.
8. Транспортная задача.
9. Метод потенциалов.
10. Опорный план. Метод наименьшей стоимости.
11. Опорный план. Метод северо-западного угла.
12. Каноническая формулировка задачи линейного программирования.
13. Графический метод решения задачи линейного программирования.
14. Симплекс-метод и его алгоритм.
15. Двойственная задача линейного программирования.
16. Общая задача целочисленного программирования.
17. Метод Гомори решения задачи целочисленного программирования.
18. Общая постановка задачи динамического программирования.
19. Геометрическая интерпретация задачи динамического программирования.
20. Принцип оптимальности и уравнения Беллмана.
21. Глобальный и условный экстремумы.
22. Метод множителей Лагранжа для нахождения условного экстремума.
23. Выпуклые множества и выпуклые функции.
24. Выпуклое программирование.
25. Градиентные методы решения задач нелинейного программирования.
26. Виды игр. Основные понятия и определения
27. Платежная матрица. Верхняя и нижняя цена игры.
28. Принципы минимакса и максимина.
29. Решение игр в смешанных стратегиях.
30. Кооперативные игры.
31. Функции полезности, спроса, кривые безразличия
32. Кривые «доход-потребление», «цены-потребление». Эластичность
33. Материальные балансы
34. Функции выпуска продукции
35. Модель Леонтьева многоотраслевой экономики.
36. Открытая и замкнутая модели Леонтьева.
37. Динамическая модель расширяющейся экономики Неймана.
38. Оптимизация производственного процесса внутри планового периода

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

Знания, умения, навыки студента на экзамене оцениваются оценками: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Основой для определения оценки служит уровень усвоения студентами материала, предусмотренного данной рабочей программой

#### Оценивание студента на экзамене по дисциплине (модулю)

Оценка экзамена (стандартная)	Требования к знаниям
«отлично» («компетенции освоены полностью»)	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.
«хорошо» («компетенции в основном освоены»)	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.
«удовлетворительно» («компетенции освоены частично»)	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.
«неудовлетворительно» («компетенции не освоены»)	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

## **8. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

### *Основная литература*

1. Красс М.С., Чупрынов Б.П.. Математика для экономистов: Учебное пособие. – 3-е изд., перераб. и доп. - С.-П.: ПИТЕР, 2010. - 464 с.
2. Высшая математика для студентов вузов. В 2-т. Т.1 / А.А.Гусак. - 6-е изд. - Минск: «Театра системс», 2007. - 544 с.
3. Высшая математика для экономических специальностей: учебник и практикум (части I-II) под ред. проф. Н.Ш.Кремера. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Высшее образование, 2008. - 893 с.
4. Конспект лекций по высшей математике: Часть 2 / Дмитрий Письменный. - 8-е изд.-М.: Айрис-пресс, 2012. - 256 с.
5. Математика для экономистов. Кресс М.С., Чупрынов Б.П. - СПб.: Питер, 2009. - 464 с.

### *Дополнительная литература*

6. Высшая математика: учебник для студентов вузов. В 2 т. Т.2 / А.А.Гусак. - 6-е изд. - Минск: «Театра-системс», 2007. - 448 с.
7. Математика в экономике: Учебное пособие. - В.И.Малыхин, М., 2002. – 352 с.
8. Математическая экономика: Учебник для вузов. - В.А.Колемаев, М., «ЮНИТИ-ДАНА», 2002. – 399 с.
9. Математические методы в логистике: задачи и решения / Г.И.Просветов. Учебно-практическое пособие. - 2-е изд., доп. - М.: Издат. «Альфа-Пресс», 2008. - 304 с.

## **9. РЕСУРСЫ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ "ИНТЕРНЕТ", НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

При изучении дисциплины «Методы оптимальных решений» студентам полезно пользоваться следующими Интернет – ресурсами:

<http://www.biblioclub.ru/> Университетская библиотека онлайн.

<http://www.intuit.ru/department/itmngt/microecon/>

<http://www.gaudeamus.omskcity.com/>

[http://eusi.ru/umk/vzfei\\_ekonomiko\\_matematicheskie\\_metody\\_i/](http://eusi.ru/umk/vzfei_ekonomiko_matematicheskie_metody_i/)

## **10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Приступая к изучению дисциплины, студенту необходимо ознакомиться с тематическим планом занятий, списком рекомендованной учебной литературы. Следует уяснить последовательность выполнения индивидуальных учебных заданий, занести в свою рабочую тетрадь темы и сроки проведения семинаров, написания учебных и творческих работ.

При изучении дисциплины студенты выполняют следующие задания: изучают рекомендованную учебную и научную литературу; пишут контрольные работы, готовят доклады и сообщения к практическим занятиям; выполняют

самостоятельные творческие работы, участвуют в выполнении практических заданий.

Уровень и глубина усвоения дисциплины зависят от активной и систематической работы на лекциях, изучения рекомендованной литературы, выполнения контрольных письменных заданий.

Лекции - форма учебного занятия, цель которого состоит в рассмотрении теоретических вопросов излагаемой дисциплины в логически выдержанной форме.

В состав учебно-методических материалов лекционного курса включаются:

- учебники и учебные пособия, в том числе разработанные преподавателями кафедры, конспекты (тексты, схемы) лекций в печатном виде и /или электронном представлении - электронный учебник, файл с содержанием материала, излагаемого на лекциях, файл с раздаточными материалами;

- тесты и задания по различным темам лекций (разделам учебной дисциплины) для самоконтроля студентов;

- списки учебной литературы, рекомендуемой студентам в качестве основной и дополнительной по темам лекций (по соответствующей дисциплине).

Практические занятия – одна из форм учебного занятия, направленная на развитие самостоятельности учащихся и приобретение умений и навыков практической деятельности.

Особая форма практических занятий – лабораторные занятия, направленные на экспериментальное подтверждение теоретических положений и формирование учебных и профессиональных практических умений. В процессе лабораторной работы студенты выполняют одно или несколько лабораторных заданий, под руководством преподавателя в соответствии с изучаемым содержанием учебного материала.

Семинары – составная часть учебного процесса, групповая форма занятий при активном участии студентов. Семинары способствуют углублённому изучению наиболее сложных проблем науки и служат основной формой подведения итогов самостоятельной работы студентов. На семинарах студенты учатся грамотно излагать проблемы, свободно высказывать свои мысли и суждения, рассматривают ситуации, способствующие развитию профессиональной компетентности. Следует иметь в виду, что подготовка к семинару зависит от формы, места проведения семинара, конкретных заданий и поручений. Это может быть написание доклада, эссе, реферата (с последующим их обсуждением), коллоквиум.

**Учебно-методические материалы практических (семинарских) занятий включают:**

А) Методические указания по подготовке практических/ семинарских занятий, содержащие:

- план проведения занятий с указанием последовательности рассматриваемых тем занятий, объема аудиторных часов, отводимых для освоения материалов по каждой теме;

- краткие теоретические и УММ по каждой теме, позволяющие студенту ознакомиться с сущностью вопросов, изучаемых на практических/лабораторных семинарских занятиях, со ссылками на дополнительные УММ, которые позволяют изучить более глубоко рассматриваемые вопросы;

- вопросы, выносимые на обсуждение и список литературы с указанием конкретных страниц, необходимый для целенаправленной работы студента в ходе подготовки к семинару (список литературы оформляется в соответствии с правилами библиографического описания);

- тексты ситуаций для анализа, заданий, задач и т.п., рассматриваемых на занятиях. Практические занятия рекомендуется проводить и с использованием деловых ситуаций для анализа (case-study method).

Б) Методические указания для преподавателей, ведущих практические/семинарские занятия, определяющие методику проведения занятий, порядок решения задач, предлагаемых студентам, варианты тем рефератов и организацию их обсуждения, методику обсуждения деловых ситуаций для анализа.

### **Методические указания по организации самостоятельной работы**

Самостоятельная работа студентов - способ активного, целенаправленного приобретения студентом новых для него знаний и умений без непосредственного участия в этом процессе преподавателей. Повышение роли самостоятельной работы студентов при проведении различных видов учебных занятий предполагает:

- оптимизацию методов обучения, внедрение в учебный процесс новых технологий обучения, повышающих производительность труда преподавателя, активное использование информационных технологий, позволяющих студенту в удобное для него время осваивать учебный материал;

- широкое внедрение компьютеризированного тестирования;

- совершенствование методики проведения практик и научно-исследовательской работы студентов, поскольку именно эти виды учебной работы студентов в первую очередь готовят их к самостоятельному выполнению профессиональных задач;

- модернизацию системы курсового и дипломного проектирования, которая должна повышать роль студента в подборе материала, поиске путей решения задач.

Предметно и содержательно самостоятельная работа студентов определяется образовательным стандартом, рабочими программами учебных дисциплин, содержанием учебников, учебных пособий и методических руководств.

Для успешного самостоятельного изучения материала сегодня используются различные средства обучения, среди которых особое место занимают информационные технологии разного уровня и направленности: электронные учебники и курсы лекций, базы тестовых заданий и задач.

Электронный учебник представляет собой программное средство, позволяющее представить для изучения теоретический материал, организовать апробирование, тренаж и самостоятельную творческую работу, помогающее студентам и преподавателю оценить уровень знаний в определенной тематике, а также содержащее необходимую справочную информацию. Электронный учебник может интегрировать в себе возможности различных педагогических программных средств: обучающих программ, справочников, учебных баз данных, тренажеров, контролирующих программ.

Для успешной организации самостоятельной работы все активнее применяются разнообразные образовательные ресурсы в сети Интернет: системы тестирования по различным областям, виртуальные лекции, лаборатории, при этом

пользователю достаточно иметь компьютер и подключение к Интернету для того, чтобы связаться с преподавателем, решать вычислительные задачи и получать знания. Использование сетей усиливает роль самостоятельной работы студента и позволяет кардинальным образом изменить методику преподавания. Студент может получать все задания и методические указания через сервер, что дает ему возможность привести в соответствие личные возможности с необходимыми для выполнения работ трудозатратами. Студент имеет возможность выполнять работу дома или в аудитории.

Большое воспитательное и образовательное значение в самостоятельном учебном труде студента имеет самоконтроль. Самоконтроль возбуждает и поддерживает внимание и интерес, повышает активность памяти и мышления, позволяет студенту своевременно обнаружить и устранить допущенные ошибки и недостатки, объективно определить уровень своих знаний, практических умений.

Самое доступное и простое средство самоконтроля с применением информационно-коммуникационных технологий - это ряд тестов «on-line», которые позволяют в режиме реального времени определить свой уровень владения предметным материалом, выявить свои ошибки и получить рекомендации по самосовершенствованию.

### **Методические указания по выполнению рефератов**

Реферат представляет собой сокращенный пересказ содержания первичного документа (или его части) с основными фактическими сведениями и выводами.

Написание реферата используется в учебном процессе вуза в целях приобретения студентом необходимой профессиональной подготовки, развития умения и навыков самостоятельного научного поиска: изучения литературы по выбранной теме, анализа различных источников и точек зрения, обобщения материала, выделения главного, формулирования выводов и т. п. С помощью рефератов студент глубже постигает наиболее сложные проблемы курса, учится лаконично излагать свои мысли, правильно оформлять работу, докладывать результаты своего труда.

Процесс написания реферата включает:

- выбор темы;
- подбор нормативных актов, специальной литературы и иных источников, их изучение;
- составление плана;
- написание текста работы и ее оформление;
- устное изложение реферата.

Рефераты пишутся по наиболее актуальным темам. В них на основе тщательного анализа и обобщения научного материала сопоставляются различные взгляды авторов и определяется собственная позиция студента с изложением соответствующих аргументов.

Темы рефератов должны охватывать и дискуссионные вопросы курса. Они призваны отражать передовые научные идеи, обобщать тенденции практической деятельности, учитывая при этом изменения в текущем законодательстве. Рекомендованная ниже тематика рефератов примерная. Студент при желании может

сам предложить ту или иную тему, предварительно согласовав ее с научным руководителем.

Реферат, как правило, состоит из введения, в котором кратко обосновывается актуальность, научная и практическая значимость избранной темы, основного материала, содержащего суть проблемы и пути ее решения, и заключения, где формируются выводы, оценки, предложения.

Объем реферата - от 5 до 15 машинописных страниц.

Содержание реферата студент докладывает на семинаре, кружке, научной конференции. Предварительно подготовив тезисы доклада, студент в течение 7-10 минут должен кратко изложить основные положения своей работы. После доклада автор отвечает на вопросы, затем выступают оппоненты, которые заранее познакомились с текстом реферата, и отмечают его сильные и слабые стороны. На основе обсуждения студенту выставляется соответствующая оценка.

## **11. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) включают;

- технические средства: компьютерная техника и средства связи (персональные компьютеры, проектор, интерактивная доска, видеокамеры, акустическая система);

- методы обучения с использованием информационных технологий (компьютерное тестирование, демонстрация мультимедийных материалов, компьютерный лабораторный практикум);

- перечень и Интернет-сервисов и электронных ресурсов (поисковые системы, электронная почта, профессиональные, тематические чаты и форум, системы аудио и видео конференций, онлайн энциклопедии и справочники; электронные учебные и учебно-методические материалы);

- перечень программного обеспечения (системы тестирования, персональные пакеты прикладных программ, программы-тренажеры, программы-симуляторы);

- перечень информационных справочных систем (ЭБС Книгафонд, «Гарант», «Консультант»).

## **12. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Для материально-технического обеспечения дисциплины «Методы оптимальных решений» необходимы следующие средства:

- компьютерные классы для работы с рабочими программами с доступом в Интернет;

- проектор, совмещенный с ноутбуком, для использования электронных версии учебных материалов.



Отдельные лекции и практические занятия проводятся с использованием вспомогательных средств: раздаточных материалов, слайдов, мультимедийных презентаций.

### **13. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

Образовательные технологии, используемые при реализации различных видов учебной работы по дисциплине «Методы оптимальных решений» предусматривают широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий.

В учебном процессе широко применяются компьютерные технологии. Поэтому все занятия проводятся в компьютерном классе с интерактивной доской. Все занятия обеспечены демонстрационными материалами, с помощью которых можно не только визуализировать излагаемый материал, но производить расчёты, которые существенно ускоряют решения задач на семинарских занятиях.

Создана система контрольных заданий, позволяющая осуществлять проводить фронтальный контроль знаний на каждом практическом занятии. В результате студент получает оценку каждом занятии, которая заносится в электронный журнал. Оценки студентов на практических занятиях анализируются преподавателем в конце семестра, и они являются основой бальной оценки работы студентов, о которой говорилось выше.

Установленные междисциплинарные связи с курсом информатики позволяют студентам использовать электронные таблицы Excel с подгруженными надстройками ToolPak и «Поиск решения» при решении задач, требующих больших объёмов вычислений. Особенно это касается всех тем раздела «Динамическое программирование».

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО с учетом рекомендаций и ООП ВО по направлению подготовки 38.03.01 – «Экономика».

Составитель: к. педаг. н., доцент

Гюльмагомедов Т.Х..

Рецензент: к. техн. н., доцент

Мехтиев М.А.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании Ученого совета филиала от 27.05.2015 г., протокол № 05.