

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»**  
(БГТУ им. В.Г. Шухова)



УТВЕРЖДАЮ  
Директор института

*[Handwritten signature]*  
« 20 » / 05 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
**дисциплины**

**Исследование операций**

направление подготовки:

09.03.04 «Программная инженерия»

Направленность программы (профиль):

Разработка программно-информационных систем

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Институт энергетики, информационных технологий и управляющих систем

Кафедра программного обеспечения вычислительной техники и  
автоматизированных систем

Белгород 2021

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 09.03.04 «Программная инженерия», утвержденного приказа Минобрнауки России от 19.09.2017 № 920
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 2021 году.

Составитель : к.ф.-м.н., доцент  (Хлопов А.М.)  
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 14 » 05 2021 г., протокол № 8

Заведующий кафедрой: к.т.н., доцент  (Поляков В.М.)  
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)


Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой программного обеспечения вычислительной техники и автоматизированных систем  
(наименование кафедры/кафедр)

Заведующий кафедрой: к.т.н., доцент  (Поляков В.М.)  
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

« 16 » 05 2021 г.

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 20 » 05 2021 г., протокол № 9

Председатель к.т.н., доцент  (Семернин А.Н.)  
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

## 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Категория (группа) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
<p>Применение естественно-научных и общеинженерных знаний</p>	<p><b>ОПК-1.</b> Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности</p>	<p>ОПК-1.1. Применяет основы естественнонаучных и общеинженерных знаний в профессиональной деятельности</p>	<p><b>Знания:</b> основных понятий и методов исследования операций. <b>Умения:</b> оперировать основами исследования операций в профессиональной деятельности <b>Навыки:</b> применения основных понятий исследования операций в профессиональной деятельности</p>
		<p>ОПК-1.2. Решает стандартные профессиональные задачи с применением методов математического анализа и моделирования</p>	<p><b>Знания:</b> методов исследования операций, необходимых для решения стандартных профессиональных задач <b>Умения:</b> решать стандартные профессиональные задачи с применением методов исследования операций <b>Навыки:</b> решения стандартных профессиональных задач с применением методов исследования операций</p>
		<p>ОПК-1.3. Использует методы теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности</p>	<p><b>Знания:</b> методов исследования операций, необходимых для теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности <b>Умения:</b> использовать методы исследования операций для теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности <b>Навыки:</b> использования методов исследования операций для теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности</p>

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1. **Компетенция ОПК-1.** Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1.	Математический анализ
2.	Алгебра и геометрия
3.	Физика
4.	Информатика
5.	Инженерная графика
6.	Дискретная математика
7.	Математическая логика и теория алгоритмов
8.	Вычислительная математика
9.	Теория вероятностей и математическая статистика
10.	Исследование операций

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зач. единиц, 180 часов.

Дисциплина реализуется в рамках практической подготовки: 2 зач. единиц.

Форма промежуточной аттестации экзамен.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 4
Общая трудоемкость дисциплины, час	180	180
<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:</b>	73	73
лекции	34	34
лабораторные	34	34
практические	—	—
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	5	5
<b>Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:</b>	107	107
Курсовой проект	—	—
Курсовая работа	—	—
Расчетно-графическое задание	—	—
Индивидуальное домашнее задание	18	18
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	53	53
Форма промежуточная аттестация Экзамен	36	36

**1. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**4.1 Наименование тем, их содержание и объем**  
**Курс 2 Семестр 4**

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
<b>1. Основные методы линейного программирования</b>					
	Общая формулировка задачи линейного программирования и ее геометрическое истолкование в случае двух переменных. Базисный вид системы уравнений. метод Гаусса-Жордана. Основные понятия, связанные с симплекс-методом. Симплекс-метод в чистом виде. Методы искусственного базиса и больших штрафов.	8		12	11
<b>2. Транспортная и подобные ей задачи</b>					
	Закрытая транспортная задача. Нахождение первого опорного плана. Решение задачи распределительным методом и методом потенциалов. Открытые транспортные задачи. Задачи, подобные транспортной.	4		4	8
<b>3. Теория двойственности линейного программирования</b>					
	Построение двойственных задач. Первая и вторая теоремы двойственности. Двойственный симплекс-метод. Метод последовательного уточнения оценок. Обобщенный двойственный симплекс-метод	4		4	8
<b>4. Элементы математической теории игр</b>					
	Матричная игра двух игроков с нулевой суммой. Анализ игры в чистых стратегиях. Понятие смешанной стратегии. седловая точка игры в смешанных стратегиях. Графическое решение игр размера $2 \times m$ и $n \times 2$ . Решение игры двойственным симплекс-методом. Доминирование и дублирование стратегий. Упрощение игры. Другие разновидности игр. Задачи теории статистических решений.	4		4	8
<b>5. Элементы дискретного программирования</b>					
	Задачи, приводящие к требованию целочисленности. Постановка задач дискретного программирования. Метод отсечения. Первый алгоритм Гомори. Второй алгоритм Гомори. Метод ветвей и границ.	6		4	8
<b>6. Нелинейное программирование</b>					
	Задачи нелинейного программирования. Метод множителей Лагранжа. Достаточные условия локального экстремума. Задачи выпуклого программирования и квадратичного выпуклого программирования.	8		6	10
	<b>ВСЕГО</b>	<b>34</b>		<b>34</b>	<b>53</b>

## 4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

Практические занятия учебным планом не предусмотрены

## 4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	К-во часов СРС
семестр №4				
1	Основные методы линейного программирования	Лабораторная работа №1. Исследование множества опорных планов задачи линейного программирования в канонической форме. Лабораторная работа №2. Симплекс-метод в чистом виде. Лабораторная работа №3. Методы искусственного базиса и больших штрафов.	12	12
2	Транспортная и подобные ей задачи.	Лабораторная работа №4. Закрытая транспортная задача.	4	4
3	Теория двойственности линейного программирования	Лабораторная работа №5. Двойственный симплекс-метод.	4	4
4	Элементы математической теории игр	Лабораторная работа №6. Нахождение седловой точки в смешанных стратегиях для матричной игры с нулевой суммой.	4	4
5	Элементы дискретного программирования	Лабораторная №7. Решение полностью целочисленных задач с помощью первого алгоритма Гомори, а также методом ветвей и границ.	4	4
6	Нелинейное программирование	Лабораторная работа №8. Задачи дробно-линейного программирования.	6	6
ИТОГО:			34	34
ВСЕГО:				68

## 4.4. Содержание курсового проекта/работы

Не предусмотрено учебным планом

## 4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий

Учебным планом предусмотрены 2 ИДЗ.

На выполнение ИДЗ предусмотрено 9 часов самостоятельной работы студента.

ИДЗ №1. Методы решения задач линейного программирования.

Цель работы: систематизация и обобщение методов решения задач линейного программирования.

ИДЗ №2. Методы решения экономических задач с помощью исследования операций.

Цель работы: получения навыков применения методов исследования операций для решения экономических задач.

## 5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### 5.1. Реализация компетенций

**Компетенция** ОПК-1. Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ОПК-1.1. Применяет основы естественнонаучных и общетехнических знаний в профессиональной деятельности	защита лабораторной работы, защита ИДЗ экзамен
ОПК-1.2. Решает стандартные профессиональные задачи с применением методов математического анализа и моделирования	защита лабораторной работы, защита ИДЗ экзамен
ОПК-1.3. Использует методы теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности	защита лабораторной работы

### 5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

#### 5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для экзамена

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Основные методы линейного программирования (ОПК-1)	<p>Экономико-математические модели, приводящие к задачам линейного программирования.</p> <p>Общая формулировка задачи линейного программирования.</p> <p>Преобразования линейных оптимизационных моделей.</p> <p>Каноническая и стандартная формы задачи линейного программирования.</p> <p>Геометрическое истолкование системы ограничений и целевой функции задачи линейного программирования в случае двух переменных. Графический метод решения задачи.</p> <p>Метод Гаусса-Жордана приведения системы линейных уравнений к базисному виду, базисные и опорные решения такой системы. Фундаментальная теорема симплекс метода. К какому виду должна быть приведена задача линейного программирования перед применением симплекс-метода? Вычислительная процедура симплекс метода. Порядок работы с симплекс-таблицей.</p> <p>Метод искусственного базиса. Какие основные случаи могут представиться при работе этим методом?</p>



		<p>Метод больших штрафов. М-задача и ее связь с исходной задачей линейного программирования.</p> <p>Трудоемкость симплекс метода. Что означает его экспоненциальная трудоемкость на классе всех задач линейного программирования? Алгоритмы решения задач линейного программирования полиномиальной трудоемкости. Методы внутренних точек.</p>
2	Транспортная и подобные ей задачи (ОПК-1)	<p>Транспортная задача. Математическая модель закрытой транспортной задачи. Запись транспортной задачи в форме таблицы данных</p> <p>Нахождение первого опорного решения системы ограничений транспортной задачи. Метод северо-западного угла и метод наименьшей стоимости.</p> <p>Понятие цикла в матрице. Комбинаторные свойства циклов. Означенный цикл. Что называют сдвигом по означенному циклу в матрице перевозок? Каким основным свойством обладает этот сдвиг?</p> <p>Понятие цикла пересчета для данной свободной клетки. Существование и единственность цикла пересчета.</p> <p>Нахождение коэффициентов целевой функции транспортной задачи в ее выражении через свободные переменные.</p> <p>Распределительный метод решения закрытой транспортной задачи.</p> <p>Метод потенциалов и его преимущество перед распределительным методом.</p> <p>Открытые транспортные задачи. Сведение открытой транспортной задачи с равноправными пунктами к закрытой задаче.</p> <p>Открытые транспортные задачи с выделенными пунктами. Блокирование клеток.</p>
3	Теория двойственности линейного программирования (ОПК-1)	<p>Правило составления задачи, двойственной по отношению к данной задаче линейного программирования в стандартной форме. Несимметрично двойственные задачи. Общее правило построения двойственных задач.</p> <p>Сформулируйте первую и вторую теоремы двойственности. Какие задачи позволяют решать эти теоремы?</p> <p>Третья теорема двойственности. Область устойчивости двойственных оценок. Послеоптимизационный анализ.</p> <p>Двойственный симплекс-метод для пары симметрично двойственных задач.</p> <p>Понятие псевдоплана. Симплекс таблица, отвечающая псевдоплану. Опишите алгоритм последовательного уточнения оценок.</p>
4	Элементы математической теории игр (ОПК-1)	<p>Конфликтные ситуации. Формулировка простейшей модели конфликтной ситуации в виде матричной игры двух игроков с нулевой суммой. Анализ игры в чистых стратегиях. Седловая точка игры в чистых стратегиях.</p> <p>Понятие смешанной стратегии. Платежная функция игры. Седловая точка игры в смешанных стратегиях. Теорема фон Неймана о существовании седловой точки игры в смешанных стратегиях.</p> <p>Построение пары двойственных задач для определения седловой точки игры в смешанных стратегиях. Графическое решение игр размера <math>m \times 2</math> и <math>2 \times n</math>.</p> <p>Решение игры в смешанных стратегиях двойственным</p>

		симплекс-методом.
5	Элементы дискретного программирования (ОПК-1)	Задачи, приводящие к требованию целочисленности переменных. Задача о назначении персонала и ее сведение к транспортной задаче. Задача о ранце. Общая формулировка задачи целочисленного и частично целочисленного программирования. Геометрический смысл этой задачи. Методы отсечения для решения задачи целочисленного программирования. Первый алгоритм Гомори. Метод ветвей и границ для решения задач дискретного программирования.
6	Нелинейное программирование (ОПК-1)	Задача дробно-линейного программирования. Ее геометрический смысл и сведение к задаче линейного программирования введением новых переменных. Возникновение нелинейностей в оптимизационных задачах. Формулировка общей задачи нелинейного программирования. Приемы преобразования нелинейных моделей. Определение локального экстремума задачи нелинейного программирования. Глобальный экстремум. Одноэкстремальные задачи. Задача на условный экстремум. Функция Лагранжа задачи на условный экстремум. Необходимые условия условного экстремума. Достаточные условия условного экстремума для выяснения характера стационарной точки функции Лагранжа. Определение выпуклого множества в $R^n$ и выпуклой функции. Задача выпуклого программирования. и ее одноэкстремальность. Численные методы безусловной оптимизации. Метод наискорейшего градиентного спуска и метод Ньютона-Рафсона. Метод штрафных функций. Многокритериальные задачи. Паретовские решения. Методы агрегированного критерия, главного показателя и последовательных уступок.

### Типовые задачи к экзамену (ОПК-1)

1. Построить множества решений систем линейных неравенств и найти координаты их угловых точек.

$$1) \begin{cases} x_1 + x_2 - 3 \leq 0, \\ x_1 + x_2 - 1 \geq 0, \\ x_1 - x_2 \geq 0, \\ x_1 \leq 2.5, \\ 0 \leq x_2 \leq 1; \end{cases}$$

2. Для выпуска изделий двух типов (А и В) на заводе используется сырье четырех видов (1, 2, 3, 4). Расход сырья каждого вида на изготовление единицы продукции задан в таблице.

Изделие	Сырье			
	1	2	3	4
А	2	1	2	1
В	3	1	1	0

Запасы сырья составляют: 1 вида – 21 ед., 2 вида – 8 ед., 3 вида – 12 ед., 4 вида – 5 ед. Выпуск изделия типа А приносит 3 ден. ед. прибыли, одного изделия типа В – 2 ден. ед. Составить план производства,

обеспечивающий наибольшую прибыль.

3. Составить экономико-математическую модель задачи. Предприятие обладает запасами сырья 4-х видов, запасы которых соответственно равны 19, 35, 15, 18. Предприятие планирует выпускать два вида продукции. Затраты сырья на производство каждого вида продукции заданы матрицей:

$$A = \begin{pmatrix} 2 & 3 \\ 2 & 1 \\ 0 & 3 \\ 3 & 0 \end{pmatrix}.$$

Доход от реализации единицы каждого вида продукции 14, 10. Сколько надо произвести изделий каждого вида, чтобы сумма от реализации была наибольшей?

4. Решить графически следующие задачи линейного программирования:

$$\begin{cases} -2x_1 + 3x_2 \leq 9, \\ x_1 - 2x_2 \leq 2, \\ x_1 + x_2 \leq 8, \\ x_1 \geq 0, \quad x_2 \geq 0; \end{cases}$$

$$F = x_1 - x_2 \rightarrow \max.$$

5. Используя симплексный метод решить следующие задачи:

$$\begin{cases} 2x + 3y \leq 21, \\ x + y \leq 8, \\ 2x + y \leq 12, \\ x \leq 5. \end{cases}$$

$$F = 3x + 2y \rightarrow \max$$

$$\begin{cases} x + 2y \leq 16, \\ 2x + 3y \leq 25, \\ x + y \leq 10, \\ 3x + y \leq 24, \\ y \geq x. \end{cases}$$

$$F = 4x + y \rightarrow \max$$

$$\begin{cases} x_1 + x_2 \geq 1, \\ -2x_1 + x_2 \leq 2, \\ x_1 + x_2 \leq 4, \\ x_1 \leq 3, \\ x_1 \geq 0, \quad x_2 \geq 0; \end{cases}$$

$$F = x_1 + 2x_2 \rightarrow \max.$$

6. Решить задачу симплекс методом, затем составить двойственную задачу и решить ее геометрически.

$$\begin{cases} 2x_1 - x_2 - x_3 \geq 3, \\ x_1 - x_2 + x_3 \geq 2, \\ x_1 \geq 0, \quad x_2 \geq 0, \quad x_3 \geq 0; \end{cases}$$

$$F = 2x_1 - 3x_2 \rightarrow \max.$$

7. Решить задачу геометрически, затем составить двойственную задачу и решить ее симплекс методом.

$$\begin{cases} x_1 + 2x_2 \geq 10, \\ 2x_1 + x_2 \geq 10, \\ x_2 \geq 4, \\ x_1 \geq 0, \quad x_2 \geq 0; \end{cases}$$

$$F = 2x_1 + 4x_2 \rightarrow \min.$$

8. Выполнить первоначальное распределение поставок по правилу «северо-западного угла» и правилу учета наименьших затрат. Посчитать стоимости затрат при этих распределениях поставок. Найти оптимальное распределение поставок.

1)

Поставщики	Мощности поставщиков	Потребители и их спрос				
		1	2	3	4	5
		85	65	80	75	70
1	100	4	2	3	1	2
2	125	6	5	3	4	3
3	75	1	2	5	6	5

2)

4	75	6	4	5	2	3
---	----	---	---	---	---	---

Поставщики	Мощности поставщиков	Потребители и их спрос			
		1	2	3	4
		60	40	90	60
1	120	4	4	7	5
2	80	2	3	6	8
3	50	5	1	5	9

9. Найти оптимальное распределение поставок.

Поставщики	Мощности поставщиков	Потребители и их спрос			
		1	2	3	4
		50	40	160	80
1	50	4	5	6	7
2	150	4	9	3	2
3	60	6	5	2	3
4	40	8	1	2	4

10. Решить в смешанных стратегиях:

$$\begin{pmatrix} 32 & 7 & 9 & 3 & 10 \\ 3 & 15 & 8 & 4 & 7 \end{pmatrix}$$

11. Решить задачу целочисленного программирования:

$$z = 4x_1 - x_2 \rightarrow \max;$$

$$\begin{cases} x_1 + 3x_2 + x_3 = 20, \\ 9x_1 - 4x_2 + x_4 = 6, \\ -4x_1 + x_2 + x_5 = 11, \end{cases}$$

$$x_i \geq 0, x_i - \text{целые } (i = \overline{1,5}).$$

12. Решить задачу дробно-линейного программирования:

$$z = \frac{5x_1 + 3x_2 + 2x_3 + x_4}{2x_1 + x_2 + 3x_3 + x_4} \rightarrow \max;$$

$$\begin{cases} 9x_1 + x_2 + x_3 + 3x_4 \leq 250, \\ x_1 + 3x_3 + 2x_4 \leq 74, \\ 3x_1 + 4x_2 + x_3 \leq 320, \end{cases}$$

$$x_i \geq 0 (i = \overline{1,4}).$$

### 5.2.2. Перечень контрольных материалов для защиты курсового проекта/ курсовой работы

Не предусмотрено учебным планом.

### 5.3. Типовые контрольные задания (материалы) для текущего контроля в семестре

*Текущий контроль* осуществляется в течение семестра в форме выполнения и защиты лабораторных работ, выполнения и защиты индивидуального домашнего задания.

В методических указаниях по выполнению лабораторных работ представлен перечень лабораторных работ, обозначены цель и задачи, необходимые теоретические и методические указания работе, рассмотрены практические примеры, представлены индивидуальные варианты заданий и перечень контрольных вопросов.

Защита лабораторной работы проводится в форме устного опроса студента и направлена на проверку степени усвоения материала и понимания теоретических сведений, используемых в процессе выполнения работы; для защиты необходимо представить в печатной (рукописной) форме отчет по лабораторной работе, выполненный самостоятельно и в соответствии со всеми требованиями, приведёнными в методических указаниях к выполнению лабораторных работ. Примерные перечень контрольных вопросов для защиты лабораторных работ приведен в таблице:

Тематика лабораторной работы	Контрольные вопросы
Лабораторная работа №1. Исследование множества опорных планов задачи линейного программирования в канонической форме. (ОПК-1)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Как формулируется общая задача линейного программирования?</li> <li>2. Когда задача линейного программирования называется имеющей каноническую форму?</li> <li>3. Какая форма задачи линейного программирования называется стандартной?</li> <li>4. С помощью каких приемов производятся преобразования моделей линейного программирования?</li> <li>5. Дайте определения базисного и допустимого базисного вида системы линейных уравнений, базисного и опорного решений такой системы.</li> <li>6. Когда по базисному виду системы ограничений можно заключить, что задача ЛП в канонической форме не имеет решений по причине неограниченности целевой функции на области допустимых значений?</li> <li>7. Опишите алгоритм метода Гаусса-Жордана с произвольным выбором разрешающего элемента.</li> <li>8. Базисные и свободные переменные, отвечающие данному базисному виду системы уравнений. Операция замещения.</li> <li>9. Сформулируйте фундаментальную теорему симплекс-метода.</li> </ol>
Лабораторная работа №2. Симплекс-метод в чистом виде. (ОПК-1)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. К какому виду должна быть приведена задача линейного программирования перед применением симплекс-метода?</li> <li>2. Как составить первую симплекс-таблицу?</li> <li>3. Опишите порядок работы с симплекс-таблицей. Сформулируйте правило выбора разрешающего элемента.</li> <li>4. В чем заключается признак того, что симплекс-таблица является последней?</li> <li>5. Как прочесть решение задачи по последней симплекс-таблице?</li> <li>6. В каком случае по последней симплекс-таблице можно заключить, что задача не имеет решения по причине неограниченности целевой функции на области допустимых значений?</li> <li>7. Как избежать закливания симплекс алгоритма?</li> <li>8. Что понимается под трудоемкостью симплекс метода? Что означает его экспоненциальная трудоемкость на классе всех задач линейного программирования?</li> <li>9. Существуют ли алгоритмы решения задач линейного программирования полиномиальной трудоемкости? Обладает ли класс всех задач линейного программирования полиномиальной сложностью?</li> </ol>
Лабораторная работа №3. Методы искусственного базиса и больших штрафов. (ОПК-1)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Для чего применяется метод искусственного базиса?</li> <li>2. Как строится вспомогательная задача при работе методом искусственного базиса?</li> <li>3. Какие основные случаи могут представиться при работе этим методом?</li> <li>4. Опишите метод больших штрафов. Как составить М-задачу для задачи линейного программирования в канонической форме?</li> <li>5. Опишите связь между исходной задачей и М-задачей. Как выбирается число М.</li> <li>6. Как прочесть решение исходной задачи по решению М-задачи?</li> </ol>
Лабораторная работа №4. Закрытая транспортная задача. (ОПК-1)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Как формулируется транспортная задача? Что такое матрица перевозок? Как выглядит математическая модель закрытой транспортной задачи?</li> <li>2. Как записать транспортную задачу в форме таблицы данных?</li> </ol>

	<ol style="list-style-type: none"> <li>3. Нахождение первого опорного решения системы ограничений транспортной задачи. В чем заключаются метод северо-западного угла и метод наименьшей стоимости?</li> <li>4. Что называют циклом в матрице? Какими комбинаторными свойствами обладают циклы?</li> <li>5. Означенный цикл. Что называют сдвигом по означенному циклу в матрице перевозок? Каким основным свойством обладает этот сдвиг?</li> <li>6. Что называется циклом пересчета для данной свободной клетки?</li> <li>7. Как находятся коэффициенты при свободных переменных в базисном виде системы ограничений транспортной задачи?</li> <li>8. Как находится выражение целевой функции транспортной задачи через свободные переменные для произвольного базисного вида системы ограничений?</li> <li>9. В чем заключается распределительный метод решения закрытой транспортной задачи?</li> <li>10. Опишите порядок работы по методу потенциалов.</li> </ol>
<p>Лабораторная работа №5. Двойственный симплекс-метод. (ОПК-1)</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Сформулируйте правило составления задачи, двойственной по отношению к данной задаче линейного программирования в стандартной форме. Какие пары задач называют симметричными взаимно двойственными?</li> <li>2. Несимметрично двойственные задачи. В чем состоит общее правило построения двойственных задач?</li> <li>3. Сформулируйте первую теорему двойственности. Что позволяет сказать эта теорема о задаче линейного программирования, если известно решение двойственной задачи?</li> <li>4. Сформулируйте вторую теорему двойственности. Какие задачи позволяет решать эта теорема?</li> <li>5. Сформулируйте третью теорему двойственности.</li> <li>6. В чем заключается двойственный симплекс-метод для пары симметрично двойственных задач?</li> <li>7. Что называется псевдопланом задачи линейного программирования в канонической форме? Что представляет собой симплекс-таблица, отвечающая псевдоплану?</li> <li>8. Опишите алгоритм последовательного уточнения оценок.</li> </ol>
<p>Лабораторная работа №6. Нахождение седловой точки в смешанных стратегиях для матричной игры с нулевой суммой. (ОПК-1)</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Что обычно называют конфликтной ситуацией? Как строится простейшая модель конфликтной ситуации в виде матричной игры двух игроков с нулевой суммой?</li> <li>2. Как игроки оценивают свои стратегии в процессе анализа игры в чистых стратегиях? Что такое нижняя и верхняя цены игры в чистых стратегиях?</li> <li>3. Что такое седловая точка игры в чистых стратегиях?</li> <li>4. Что такое смешанная стратегия игрока? Дайте определение платежной функции игры.</li> <li>5. Что такое седловая точка игры в смешанных стратегиях? Сформулируйте теорему фон Неймана о существовании седловой точки игры в смешанных стратегиях.</li> <li>6. Как строится пара двойственных задач для определения седловой точки игры в смешанных стратегиях?</li> <li>7. В чем состоит графический метод решения игр размера <math>2 \times m</math> и <math>n \times 2</math>?</li> <li>8. Как решить игру в смешанных стратегиях двойственным симплекс-методом?</li> </ol>
<p>Лабораторная №7. Решение полностью целочисленных задач с помощью первого алгоритма Гомори, а также методом ветвей и границ. (ОПК-1)</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Какие задачи называют задачами линейного целочисленного (частично целочисленного, дискретного, частично дискретного) программирования?</li> <li>2. Сформулируйте задачу о назначениях. В чем заключается связь между задачей о назначениях и транспортной задачей?</li> <li>3. Сформулируйте задачу о ранце.</li> <li>4. В чем заключается основная идея методов отсечений? Опишите первый алгоритм Гомори для полностью целочисленных задач.</li> <li>5. Как строится сечение Гомори второго рода?</li> </ol>

	<p>6. Какова роль двойственного симплекс метода (метода последовательного уточнения оценок) при применении сечений Гомори первого и второго рода?</p> <p>7. В чем заключается метод ветвей и границ?</p> <p>8. Что можно сказать о сложности задач дискретного программирования?</p>
Лабораторная работа №8. Задачи дробно-линейного программирования. (ОПК-1)	<p>1. Как формулируется задача дробно-линейного программирования?</p> <p>2. Как истолковать эту задачу геометрически в случае двух переменных?</p> <p>3. Как сводится задача дробно-линейного программирования к задаче линейного программирования с помощью введения новых переменных?</p> <p>4. Дайте определение локального экстремума задачи нелинейного программирования. Что такое глобальный экстремум? Какие задачи называются одноэкстремальными?</p> <p>5. Является ли задача ДЛП одноэкстремальной?</p>

Примерный перечень тестовых заданий для защиты лабораторных работ приведен в таблице:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Основные методы линейного программирования	<p><u>Задание 1.</u> Модель задачи линейного программирования, в которой целевая функция исследуется на максимум и система ограничений задачи является системой уравнений, называется</p> <p>а) стандартной б) канонической в) общей г) основной д) нормальной</p> <p><u>Задание 2.</u> Модель задачи линейного программирования, в которой целевая функция исследуется на максимум и система ограничений задачи является системой неравенств, называется</p> <p>а) стандартной б) канонической в) общей г) основной д) нормальной</p> <p><u>Задание 3.</u> Множество всех допустимых решений системы задачи линейного программирования</p> <p>а) является б) выпуклым в) вогнутым г) одновременно выпуклым и вогнутым</p> <p><u>Задание 4.</u> Если задача линейного программирования имеет оптимальное решение, то целевая функция достигает нужного экстремального значения в одной из:</p> <p>а) вершин многоугольника (многогранника) допустимых решений б) внутренних точек многоугольника (многогранника) допустимых решений в) точек многоугольника (многогранника) допустимых решений</p>

Задание 5.

В задачах линейного программирования решаемых симплекс-методом искомые переменные должны быть

- а) Неотрицательными
- б) положительными
- в) свободными от ограничений
- г) любыми

Задание 6.

Симплексный метод решения задач линейного программирования включает:

- а) определение одного из допустимых базисных решений поставленной задачи (опорного плана)
- б) определение правила перехода к не худшему решению
- в) проверку оптимальности найденного решения
- г) определение одного из допустимых базисных решений поставленной задачи (опорного плана), определение правила перехода к не худшему решению, проверка оптимальности найденного решения

Задание 7.

Задача линейного программирования не имеет конечного оптимума, если

- а) в точке А области допустимых значений достигается максимум целевой функции F
- б) в точке А области допустимых значений достигается минимум целевой функции F
- в) система ограничений задачи несовместна
- г) целевая функция не ограничена сверху на множестве допустимых решений

Задание 8.

Какое из нижеприведенных высказываний верно относительно постановки задачи линейного программирования?

- 1. В задаче число переменных должно быть меньше чем число условий
  - 2. В задаче число переменных должно быть больше чем число условий
  - 3. В задаче должно быть как минимум 2 переменных и 1 условие
  - 4. Все ограничения задачи обязательно должны быть линейными
- а) 1 и 4
  - б) 2 и 3
  - в) 3 и 4
  - г) 1 и 3
  - д) 2 и 4

Задание 9.

Найти правильное высказывание относительно области решений задачи линейного программирования:

- 1. Область решений задачи линейного программирования есть выпуклое множество
- 2. Область решений задачи линейного программирования есть выпуклое множество, однако может быть и не замкнутым
- 3. Если область решений задачи линейного программирования не замкнуто, то может быть и не выпуклой областью
- 4. Если область решений задачи линейного программирования замкнуто,



то может быть и не  
выпуклой областью

- а) 1
- б) 1 и 2
- в) 3
- г) 3 и 4
- д) 4

Задание 10.

Какое из нижеприведенных высказываний верно?

- а) Оптимальное решение задачи линейного программирования достигается в одной из угловых точек области решений задачи
- б) Оптимальное решение задачи линейного программирования достигается в оптимальной точке области решений задачи
- в) Оптимальное решение задачи линейного программирования может быть достигнуто в любой точке области решений задачи
- г) Оптимальное решение задачи линейного программирования достигается в той угловой точке области решений задачи, которая максимально близка к началу координат
- д) Оптимальное решение задачи линейного программирования достигается в той угловой точке области решений задачи, которая максимально отдалена от начала координат

Задание 11.

Определить форму записи нижеприведенной модели:

$$Z = PX \rightarrow \max(\min)$$

$$A_1 X_1 + A_2 X_2 + \dots + A_n X_n \leq A_0$$

$$X \geq 0$$

- а) Матричная форма записи
- б) Векторная форма записи
- в) Запись с помощью знаков суммирования
- г) Смешанная форма записи
- д) Каноническая форма записи

Задание 12.

Определить форму записи нижеприведенной модели:

$$Z = PX \rightarrow \max(\min)$$

$$A X \leq A_0$$

$$X \geq 0$$

- а) Матричная форма записи
- б) Векторная форма записи
- в) Запись с помощью знаков суммирования
- г) Смешанная форма записи
- д) Каноническая форма записи

Задание 13.

Определить форму записи нижеприведенной модели:

$$Z(x) = \sum_{j=1}^n P_j x_j \rightarrow \max(\min)$$

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

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

- а) Матричная форма записи
- б) Векторная форма записи
- в) Суммарно-матричная форма
- г) Суммарно-векторная форма
- д) Запись с помощью знаков суммирования

Задание 14.

Что означает формулировка «основная задача линейного программирования не имеет решения»?

- а) Отсутствует метод решения задачи
- б) Система ограничений задачи противоречива
- в) Задача имеет опорное решение, но нет оптимального решения
- г) Отсутствует двойственная задача этой задачи
- д) Число переменных задачи больше чем число ограничений

Задание 15.

Выберите правильное высказывание из нижеприведенных относительно основной задачи линейного программирования.

- а) Число решений задачи равно числу опорных решений
- б) Число решений задачи равно числу оптимальных решений задачи
- в) Число опорных решений задачи равно числу оптимальных решений
- г) Число опорных решений задачи равно числу угловых точек многогранника решений этой задачи
- д) Число решений задачи равно сумме ее опорных и оптимальных решений

Задание 16.

Какая из нижеприведенных формулировок верна?

- а) В задаче о максимальной прибыли отыскивается такая производственная программа для предприятия, которая обеспечит ей максимальную суммарную прибыль при ограниченных ресурсах
- б) В задаче о максимальной прибыли отыскивается план доставки продукции пунктам потребления минимальными затратами
- в) В задаче о максимальной прибыли отыскиваются такие цены для производственных ресурсов, при которых производственные затраты будут минимальными
- г) В задаче о максимальной прибыли отыскиваются такие цены для производственных ресурсов, при которых суммарная цена всех использованных ресурсов будет максимальным
- д) В задаче о максимальной прибыли отыскивается вариант максимальной загрузки оборудования

Задание 17.

Выбрать правильную формулировку следующего определения относительно геометрического смысла основной задачи линейного программирования:

- а) Геометрический смысл основной задачи линейного программирования заключается в построении многогранника решений задачи

- б) Геометрический смысл основной задачи линейного программирования заключается в отыскании какой-либо точки многогранника решений
- в) Геометрический смысл основной задачи линейного программирования заключается в отыскании такой точки многогранника решений, координаты которой доставят целевой функции задачи наибольшее или наименьшее значение
- г) Геометрический смысл основной задачи линейного программирования заключается в отыскании какой-либо угловой точки многогранника решений
- д) Геометрический смысл основной задачи линейного программирования заключается в отыскании 2-х угловых точек многогранника решений

Задание 18.

Всегда ли можно свести задачу линейного программирования на минимум к задаче линейного программирования на максимум?

- а) не возможно
- б) возможно
- в) возможно лишь при  $n=2$
- г) возможно лишь в том случае, если ограничения заданы в виде неравенств
- д) возможно лишь в том случае, если ограничения заданы в виде уравнений

Задание 19.

Определите число неравенств и число уравнений ниже приведенной линейной модели оптимизации:

$$Z(x) = \sum_{j=1}^n P_j X_j \rightarrow \max$$

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

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

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

- а) 1 неравенство и 1 уравнение
- б) 2 неравенства и 1 уравнение
- в) m неравенств и s уравнений
- г) (m+n) неравенств и (s-m) уравнений
- д) (m+1) неравенств и (m+1) уравнений

Задание 20.

Определите число неравенств и число уравнений ниже приведенной линейной модели оптимизации:

$$Z(x) = \sum_{j=1}^4 P_j X_j \rightarrow \min$$

$$\sum_{j=1}^4 a_{1j} x_j = a_1$$

$$\sum_{j=1}^4 a_{ij} x_j \leq a_i \quad (i = \overline{2,5})$$

$$\sum_{j=1}^4 a_{6j} x_j \geq a_6$$

$$x_j \geq 0 \quad (j = \overline{1,4})$$

- а) 3 неравенств и 1 уравнение
- б) 5 неравенств и 1 уравнение
- в) 9 неравенств и 1 уравнение
- г) 6 неравенств и 1 уравнение
- д) 10 неравенств и 1 уравнение

#### Задание 21.

При решении линейной модели оптимизации для случая  $Z \rightarrow \max$  Симплекс методом дополнительные переменные, вводимые в ограничения с целью замены неравенств строгими равенствами:

- а) Не должны быть положительными
- б) Не должны быть отрицательными
- в) Обязательно должны быть положительными
- г) Обязательно должны быть отрицательными
- д) В зависимости от того, что неравенства заданы в виде « $\leq$ » или « $\geq$ », эти переменные могут быть отрицательными или положительными

#### Задание 22.

При решении линейной модели оптимизации для случая  $Z \rightarrow \max$  Симплекс методом, если в строке Симплекс таблицы, содержащий отрицательный свободный член, нет отрицательного элемента, то:

- а) Целевая функция модели не ограничена сверху.
- б) Условия модели несовместны и она не имеет решения.
- в) Целевая функция модели не ограничена снизу.
- г) Опорный план не существует, поэтому следует переходить к третьему этапу и приступить к отысканию оптимального решения
- д) Необходимо решить модель Двойственным Симплекс методом

#### Задание 23.

Решить линейную модель Графическим способом:

$$Z(x) = 2x_1 + 3x_2 \rightarrow \min$$

$$\begin{cases} 2x_1 + x_2 \leq 10 \\ -x_1 + 3x_2 \leq 6 \\ x_1 \geq 2 \end{cases}$$

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

- а)  $Z_{\min} = 6$
- б)  $Z_{\min} = 4$
- в)  $Z_{\min} = 59/13$
- г)  $Z_{\min} = 14$

д)  $Z_{min} = 22/7$

Задание 24.

Выбрать правильный ответ на поставленный вопрос:

При  $n > 3$  линейная модель оптимизации задача линейного программирования разрешима Графическим способом, если выполняется следующее условие:

- а) Задача должна содержать более 3-х ограничений
- б) Ограничения задачи должны состоять только из уравнений
- в) Задача должна содержать  $n$  неизвестных и  $m$  линейно независимых уравнений и  $n$  и  $m$  должны быть связаны соотношением  $n - m = 2$
- г) В задаче разность между числом переменных и количеством ограничений должна быть равна двум
- д) В задаче разность между числом переменных и количеством ограничений должна быть равна двум, а среди ограничений хотя бы одно условие должно быть равенством

Задание 25.

Выбрать правильную формулировку следующего определения относительно алгоритма решения линейной модели оптимизации графическим способом:

- а) Целевая функция модели достигает своего максимального значения в наиболее отдаленной от начала координат угловой точке многоугольника решений.
- б) Целевая функция модели достигает своего максимального значения в наиболее близкой к началу координат угловой точке многоугольника решений.
- в) В зависимости от коэффициентов целевой функции ее максимальное значение может получиться в любой угловой точке многоугольника решений
- г) Целевая функция модели может достичь своего наибольшего значения в любой точке многоугольника решений
- д) Если условия модели не противоречивы, то максимальное значение целевой функции может получиться в любой точке соответствующего пространства

Задание 26.

Выбрать правильную формулировку следующего определения относительно алгоритма решения линейной модели оптимизации графическим способом:

- а) Целевая функция модели достигает своего минимального значения в наиболее отдаленной от начала координат угловой точке многоугольника решений.
- б) Целевая функция модели достигает своего минимального значения в наиболее близкой к началу координат угловой точке многоугольника решений.
- в) В зависимости от коэффициентов целевой функции ее минимальное значение может получиться в любой угловой точке многоугольника решений
- г) Целевая функция модели может достичь своего наименьшего значения в любой точке многоугольника решений
- д) Если условия модели не противоречивы, то минимальное значение целевой функции может получиться в любой точке соответствующего пространства

Задание 27.

Решить линейную модель Графическим способом:

$$Z(x) = 4x_1 + 6x_2 \rightarrow \max$$

$$\begin{cases} 3x_1 + x_2 \geq 9 \\ x_1 + 2x_2 \leq 8 \\ x_1 + 6x_2 \geq 12 \end{cases}$$

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

- а)  $Z_{\max}=30$
- б)  $Z_{\max}=24$
- в)  $Z_{\max}=40$
- г)  $Z_{\max}=25$
- д)  $Z_{\max}=27$

Задание 28.

Решить линейную модель Графическим способом

$$Z(x) = x_1 + x_2 \rightarrow \max$$

$$\begin{cases} 2x_1 + 4x_2 \leq 16 \\ -4x_1 + 2x_2 \leq 8 \\ x_1 + 3x_2 \geq 9 \end{cases}$$

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

- а)  $Z_{\max}=6$
- б)  $Z_{\max}=12$
- в)  $Z_{\max}=7$
- г)  $Z_{\max}=8$
- д)  $Z_{\max}=9$

Задание 29.

Решить линейную модель Графическим способом

$$Z(x) = x_1 + x_2 \rightarrow \min$$

$$\begin{cases} 2x_1 + 4x_2 \leq 16 \\ -4x_1 + 2x_2 \leq 8 \\ x_1 + 3x_2 \geq 9 \end{cases}$$

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

- а)  $Z_{\min}=2$
- б)  $Z_{\min}=6$
- в)  $Z_{\min}=3$
- г)  $Z_{\min}=6$
- д)  $Z_{\min}=7$

Задание 30.

Решить линейную модель Графическим способом

$$Z(x) = -3x_1 + 2x_2 \rightarrow \max$$

$$\begin{cases} 2x_1 + x_2 \leq 10 \\ -2x_1 + 3x_2 \leq 6 \\ 2x_1 + 4x_2 \geq 8 \end{cases}$$

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

- а)  $Z_{\max}= -6$
- б)  $Z_{\max}= 4$
- в)  $Z_{\max}= 6$

		<p>г) <math>Z_{\max} = 12</math>  д) <math>Z_{\max} = 8</math></p> <p><u>Задание 1.</u>  Транспортная задача является задачей .... Программирования  а) динамического  б) нелинейного  в) линейного  г) целочисленного  д) параметрического</p> <p><u>Задание 2.</u>  Если в транспортной задаче объем спроса равен объему предложения, то такая задача называется  а) замкнутой  б) закрытой  в) сбалансированной  г) открытой  д) незамкнутой</p> <p><u>Задание 3.</u>  Если в транспортной задаче объем запасов превышает объем потребностей, в рассмотрение вводят  а) фиктивный пункт производства  б) фиктивный пункт потребления  в) изменения структуры не требуются</p> <p><u>Задание 4.</u>  Пусть закрытая транспортная задача решается методом потенциалов. Каким из нижеприведенных способов нельзя составить начальное опорное решение транспортной задачи:  а) Способ северо-западного угла  б) Способ аппроксимации Фогеля  в) Способ минимального элемента  г) Способ двойного предпочтения  д) Симплекс метод</p> <p><u>Задание 5.</u>  По какому основному показателю отличаются друг от друга закрытые и открытые транспортные задачи?  а) по отношению суммарного спроса и суммарного предложения  б) по отношению между числом производителей и числом потребителей  в) по отношению между суммарным спросом и качеством продукции  г) по отношению между суммарным предложением и качеством продукции  д) по отношению между объемом перевозимой продукции и суммарными транспортными расходами</p> <p><u>Задание 6.</u>  В транспортной задаче по критерию времени:  а) Минимизируется сумма расходов на выпуск продукции  б) Минимизируется сумма произведений времени доставки продукции от производителей потребителям к объему перевозимой продукции</p>
2	Транспортная и подобные ей задачи.	

- в) Минимизируется максимальное время грузоперевозок
- г) Отыскивается оптимальный план перевозок различных видов продукции
- д) Минимизируется сумма расходов на потребление продукции

Задание 7.

Чем отличается постановка транспортной задачи с запретами от классической транспортной задачи?

- а) Между постановками этих задач нет никаких различий
- б) В постановке транспортной задачи с запретами перевозки по некоторым коммуникациям запрещены
- в) В постановке транспортной задачи с запретами перевозки по некоторым коммуникациям обязательно должны быть осуществлены
- г) В постановке транспортной задачи с запретами на объемы перевозок по некоторым коммуникациям ставятся ограничения снизу
- д) В постановке транспортной задачи с запретами на объемы перевозок по некоторым коммуникациям ставятся ограничения сверху

Задание 8.

Чем отличается постановка транспортной задачи с ограничениями на объем перевозок от классической транспортной задачи?

- а) Между постановками этих задач нет никаких различий
- б) В постановке транспортной задачи с ограничениями на объем перевозок перевозки по некоторым коммуникациям запрещены
- в) В постановке транспортной задачи с ограничениями на объем перевозок по некоторым коммуникациям ставятся нижние ограничения на время перевозки продукции
- г) В постановке транспортной задачи с ограничениями на объем перевозок по некоторым коммуникациям ставятся верхние ограничения на время перевозки продукции
- д) В постановке транспортной задачи с ограничениями на объем перевозок продукции ставятся верхние или нижние ограничения на объем перевозимой продукции

Задание 9.

В задаче о назначениях, являющийся одной из экономических задач сводимой к транспортной задаче:

- а) Отыскивается такой план выпуска продукции, который обеспечит максимальный доход работникам.
- б) Отыскивается такой вариант доставки продукции потребителям, при которой время доставки будет минимальной.
- в) Отыскивается такой вариант назначения работников на работы, согласно которому суммарное время выполнения всех работ будет минимальной.
- г) Отыскивается такой вариант прикрепления потребителей к производителям, согласно которому суммарные транспортные расходы будут минимальными.
- д) Отыскивается такой план выпуска продукции для предприятия, согласно которому ее суммарная прибыль будет максимальной

Задание 10.

Выбрать правильную формулировку из нижеприведенных рассуждений относительно алгоритма решения транспортной задачи методом потенциалов:

Для построения нового опорного плана наименьший элемент замкнутого



цикла, построенный в предыдущем плане, имеющий условный знак «-» необходимо:

- а) Прибавить ко всем элементам данного опорного плана перевозок
- б) Отнять от всех элементов данного опорного плана перевозок
- в) Прибавить к элементам замкнутого цикла, отмеченными условным знаком «+» и отнять от элементов замкнутого цикла, отмеченными условным знаком «-»
- г) Отнять от элементов замкнутого цикла, отмеченными условным знаком «+» и прибавить к элементам замкнутого цикла, отмеченными условным знаком «-»
- д) Прибавить к нулевым элементам опорного плана перевозок и отнять от ненулевых элементов

Задание 11.

Какое из ниже приведенных свойств нельзя считать отличительной чертой закрытой транспортной модели линейного программирования:

- а) Переменные транспортной задачи двух индексные
- б) Ограничения задачи заданы в виде уравнений
- в) Каждая неизвестная входит лишь в два уравнения
- г) Коэффициенты при неизвестных в ограничениях – единицы
- д) В транспортной задаче отыскивается минимальное значение целевой функции

Задание 12.

Выбрать правильный ответ из нижеприведенных относительно решения транспортной задачи методом потенциалов:

- а) Исходный опорный план транспортной задачи может быть составлен любым из существующих способов
- б) Необходимо составить исходный опорный план транспортной задачи всеми возможными способами, а далее выбрать среди них наилучшее
- в) Выбор способа составления опорного плана транспортной задачи зависит от числа производителей в задаче
- г) Выбор способа составления опорного плана транспортной задачи зависит от закрытости или открытости задачи
- д) Выбор способа составления опорного плана транспортной задачи зависит от числа потребителей в задаче

Задание 13.

Выбрать правильный ответ на вопрос относительно ранга опорного плана перевозок транспортной задачи:

Число ненулевых элементов опорного плана перевозок  $X$  должно быть равно:

- а)  $m + n$
- б)  $2m + n - 1$
- в)  $m + n - 1$
- г)  $m + 2n - 1$
- д)  $m + n + 1$

Задание 14.

Выбрать правильную формулировку из нижеприведенных рассуждений относительно построения начального опорного плана транспортной задачи при ее решении методом потенциалов:

- а) Способы северо-западного угла и минимального элемента ничем не отличаются друг от друга
- б) При составлении опорного плана транспортной задачи способом северо-западного угла первоначально определяется значение элемента

		<p><math>x_{11}</math> плана перевозок <math>X</math>, а при применении способа минимального элемента можно начинать с любого элемента плана перевозок <math>X</math></p> <p>в) При составлении опорного плана транспортной задачи способом северо-западного угла первоначально определяется значение элемента <math>x_{11}</math>, а при применении способа минимального элемента необходимо начинать с того элемента плана перевозок <math>X</math>, который соответствует наименьшему элементу матрицы транспортных расходов <math>C</math></p> <p>г) При составлении опорного плана транспортной задачи способом северо-западного угла можно начинать с любого элемента матрицы плана перевозок <math>X</math>, а при применении способа минимального элемента нужно начинать с того элемента, который соответствует наименьшему транспортному расходу</p> <p>д) При составлении опорного плана транспортной задачи способом северо-западного угла первоначально определяется значение элемента <math>x_{11}</math>, а при применении способа минимального элемента необходимо начинать с того элемента плана перевозок <math>X</math>, который соответствует наибольшему элементу матрицы транспортных расходов <math>C</math></p> <p><u>Задание 15.</u>  Допустим, что в транспортной задаче участвуют <math>m</math> производителей и <math>n</math> потребителей. В каком случае начальный план перевозок будет считаться невырожденным?</p> <p>а) если <math>n=m</math>  б) Если в опорном плане число ненулевых элементов равно <math>m+n</math>  в) Если в опорном плане число ненулевых элементов равно <math>m-n</math>  г) Если в опорном плане число ненулевых элементов равно <math>n+m-1</math>  д) Если в опорном плане число ненулевых элементов равно <math>n+m+1</math></p>
3	Теория двойственности линейного программирования	<p><u>Задание 1.</u>  Выбрать правильную формулировку следующего определения относительно правил составления двойственной модели моделей линейной оптимизации. Коэффициенты целевой функции исходной модели в двойственной модели:</p> <p>а) Становятся коэффициентами целевой функции  б) Становятся свободными членами ограничений  в) Становятся коэффициентами переменных в ограничениях  г) Могут служить коэффициентами целевой функции или свободными членами ограничений  д) Обеспечивают транспонирование матрицы коэффициентов ограничений</p> <p><u>Задание 2.</u>  Выбрать правильную формулировку следующего определения относительно правил составления двойственной модели моделей линейной оптимизации. Свободные члены условий исходной модели в двойственной модели:</p> <p>а) Становятся коэффициентами целевой функции  б) Становятся свободными членами ограничений  в) Становятся коэффициентами переменных в ограничениях  г) Могут служить коэффициентами целевой функции или свободными членами ограничений  д) Обеспечивают транспонирование матрицы коэффициентов ограничений</p> <p><u>Задание 3.</u>  Какая взаимосвязь существует между матрицей коэффициентов</p>

ограничений двойственной модели с соответствующей матрицей исходной модели?

- а) между этими матрицами нет никакой взаимосвязи
- б) эти матрицы полностью совпадают
- в) данная матрица двойственной модели есть транспонированная форма соответствующей матрицы исходной модели
- г) число строк матрицы двойственной модели в 2 раза больше числа строк соответствующей матрицы исходной модели
- д) число столбцов матрицы двойственной модели в 2 раза больше числа столбцов соответствующей матрицы исходной модели

Задание 4.

Если в модели линейной оптимизации отыскивается максимальное значение целевой функции, то в ее двойственной модели отыскивается:

- а) максимальное значение целевой функции
- б) минимальное значение целевой функции
- в) произвольное значение целевой функции
- г) условное значение целевой функции
- д) отрицательное значение целевой функции

Задание 5.

Допустим, что в модели линейной оптимизации участвуют  $n$  переменных и  $m$  ограничений (без условий неотрицательности переменных). Определите количество переменных и ограничений двойственной ее модели:

- а)  $n$  переменных и  $m$  ограничений
- б)  $n$  переменных и  $m+n$  ограничений
- в)  $n+m$  переменных и  $m$  ограничений
- г)  $m$  переменных и  $n$  ограничений
- д)  $n+m-1$  переменных и  $n+m$  ограничений

Задание 6.

В каком случае пара двойственных задач являются симметричными?

- а) Если число переменных этих моделей равны
- б) Если число ограничений этих моделей равны
- в) Если системы ограничений этих моделей состоят исключительно из неравенств
- г) Если в этих моделях отыскивается максимальное значение целевой функции
- д) Если в этих моделях отыскивается минимальное значение целевой функции

Задание 7.

Выбрать правильную формулировку следующего определения относительно экономической интерпретации двойственной модели:

Если в исходной модели отыскивается оптимальный план выпуска продукции на предприятии, обеспечивающей ей максимальную прибыль, то в двойственной модели:

- а) Отыскивается оптимальный план доставки продукции потребителям
- б) Отыскиваются оптимальные двойственные оценки для единиц производственных ресурсов
- в) Отыскивается перечень тех продуктов, выпуск которых выгоден предприятию
- г) Отыскивается перечень тех производственных ресурсов, использование которых выгодно предприятию
- д) Отыскивается оптимальный план использования трудовых ресурсов

		<p>предприятия</p> <p><u>Задание 8.</u> Согласно первой теореме двойственности между экстремумами целевых функций исходной и ее двойственной моделях существует следующее отношение:</p> <p>а) <math>\max Z(x) &gt; \min F(u)</math>  б) <math>\max Z(x) &lt; \min F(u)</math>  в) <math>\max Z(x) = \min F(u)</math>  г) <math>\max Z(x) \leq \min F(u)</math>  д) <math>\max Z(x) \geq \min F(u)</math></p> <p><u>Задание 9.</u> Выбрать правильную формулировку следующего определения относительно экономической интерпретации первой теоремы двойственности: Если существует оптимальный план выпуска продукции на предприятии, то существует также оптимальный план для двойственных оценок производственных ресурсов и согласно этим планам суммарная прибыль предприятия:</p> <p>а) Больше суммарной стоимости всех использованных производственных ресурсов  б) Равна двойственной оценке всех использованных производственных ресурсов  в) Меньше суммарной стоимости всех использованных производственных ресурсов  г) Равна суммарным расходам перевозок продукции  д) Меньше суммарных расходов на перевозки продукции</p> <p><u>Задание 10.</u> Выбрать правильную формулировку следующего определения: Основное неравенство двойственности записывается следующим образом:</p> <p>а) <math>Z(x) &gt; F(u)</math>  б) <math>Z(x) &lt; F(u)</math>  в) <math>Z(x) \geq F(u)</math>  г) <math>Z(x) \leq F(u)</math>  д) <math>Z(x) = F(u)</math></p>
4	Элементы математической теории игр	<p><u>Задание 1.</u> Методы теории игр предназначены для решения задач</p> <p>а) с конфликтными ситуациями в условиях неопределенности  б) с полностью детерминированными условиями  в) статистического моделирования</p> <p><u>Задание 2.</u> Стратегия игрока – это совокупность правил, определяющих выбор его действий при</p> <p>а) каждом ходе в зависимости от сложившейся ситуации в одном сеансе игры  б) одном ходе игры  в) всех сеансах игры</p> <p><u>Задание 3.</u> Нижняя цена игры – это</p>

- а) максимин, т.е. максимальный выигрыш по всем стратегиям одного из игроков среди минимальных значений выигрышей каждой его стратегии  
б) гарантированный выигрыш одного из игроков при любой стратегии другого игрока  
в) минимакс, т.е. минимальный проигрыш по всем стратегиям одного из игроков среди максимальных значений проигрышей каждой его стратегии

Задание 4.

Верхняя цена игры – это

- а) минимакс, т.е. минимальный проигрыш по всем стратегиям одного из игроков среди максимальных значений проигрышей каждой его стратегии  
б) гарантированный проигрыш одного из игроков при любой стратегии другого игрока  
в) максимин, т.е. максимальный выигрыш по всем стратегиям одного из игроков среди минимальных значений выигрышей каждой его стратегии

Задание 5.

Решение игры в чистых стратегиях определяется

- а) ценой игры, равной нижней цене игры  
б) ценой игры, равной верхней цене игры  
в) наличием седловой точки  
г) всем перечисленным в ответах на это задание

Задание 6.

Решение игры в смешанных стратегиях определяется

- а) вероятностью выбора каждой из активных (полезных) стратегий, совокупный выигрыш которых представляет случайную величину с математическим ожиданием равным цене игры  
б) ценой игры, равной нижней цене игры  
в) ценой игры, равной верхней цене игры  
г) наличием седловой точки

Задание 7.

Если в матрице все столбцы одинаковы и имеют вид  $(4 \ 5 \ 0 \ 1)$ , то какая стратегия оптимальна для 2-го игрока?

- а) первая.  
б) вторая.  
в) любая из четырех.

Задание 8.

Пусть в матричной игре одна из смешанных стратегий 1-го игрока имеет вид  $(0.3, 0.7)$ , а одна из смешанных стратегий 2-го игрока имеет вид  $(0.4, 0, 0.6)$ . Какова размерность этой матрицы?

- а)  $2 \times 3$ .  
б)  $3 \times 2$ .  
в) другая размерность.

Задание 9.

Элемент матрицы  $a_{ij}$  соответствует седловой точке. Возможны следующие ситуации:

- а) этот элемент строго меньше всех в строке.  
б) этот элемент второй по порядку в строке.  
в) в строке есть элементы и больше, и меньше, чем этот элемент.

		<p><u>Задание 10.</u>  В матричной игре произвольной размерности смешанная стратегия любого игрока – это:  а) число.  б) множество.  в) вектор, или упорядоченное множество.  г) функция.</p>
5	Элементы дискретного программирования	<p><u>Задание 1.</u>  Пусть коэффициенты целевой функции задачи линейного программирования есть целые числа.  В каком случае оно будет задачей целочисленного линейного программирования?  а) Если на переменные задачи поставлены условия целочисленности  б) Если и коэффициенты ограничений задачи есть целые числа  в) Если и свободные члены ограничений есть целые числа  г) Если хотя бы на одну переменную поставлена условие целочисленности и отыскивается максимальное значение целевой функции  д) Если хотя бы на одну переменную поставлена условие целочисленности и отыскивается минимальное значение целевой функции</p> <p><u>Задание 2.</u>  Допустим, что задача целочисленного линейного программирования без учета условий целочисленности решена Симплекс методом и найден оптимальный план. В последней Симплекс таблице строка, соответствующая переменной <math>X_3</math> имеет следующую структуру:</p> $X_3 = \left  \begin{array}{cccc c} \frac{7}{10} & -\frac{3}{10} & 2 & \frac{23}{10} & \frac{85}{10} \end{array} \right $ <p>Составить дополнительное ограничение Гомори для переменной <math>X_3</math></p> <p>А) <math>\frac{7}{10}t_1 + \frac{7}{10}t_2 + \frac{3}{10}t_4 - \frac{5}{10} \geq 0</math>  Б) <math>\frac{3}{10}t_1 + \frac{3}{10}t_2 + \frac{1}{10}t_3 + \frac{7}{10}t_4 + \frac{5}{10} \geq 0</math>  В) <math>\frac{3}{10}t_1 + \frac{7}{10}t_2 + \frac{3}{10}t_3 - \frac{5}{10} \geq 0</math>  Г) <math>\frac{7}{10}t_1 - \frac{3}{10}t_2 + \frac{3}{10}t_3 - \frac{5}{10} \geq 0</math>  Д) <math>\frac{3}{10}t_1 - \frac{3}{10}t_2 + \frac{3}{10}t_4 - \frac{5}{10} \geq 0</math></p> <p>(правильный ответ обозначен двойной скобкой)</p> <p><u>Задание 3.</u>  Допустим, что задача целочисленного линейного программирования без учета условий целочисленности решена Симплекс методом и найден оптимальный план. В последней Симплекс таблице строка, соответствующая переменной <math>X_2</math> имеет следующую структуру:</p>

$X_2 =$	2,6	3,4	-0,2	-1,3	8,7
---------	-----	-----	------	------	-----

Составить дополнительное ограничение Гомори для переменной  $X_1$

- A)  $0,4t_1 + 0,6t_2 + 0,2t_3 + 0,3t_4 - 0,7 \geq 0$
- B)  $0,6t_1 + 0,4t_2 + 0,8t_3 + 0,7t_4 + 0,7 \geq 0$
- C)  $0,6t_1 + 0,4t_2 + 0,8t_3 + 0,7t_4 - 0,7 \geq 0$
- D)  $0,4t_1 + 0,6t_2 + 0,8t_3 + 0,7 \geq 0$

(правильный ответ обозначен двойной скобкой)

Задание 4.

Допустим, что задача целочисленного линейного программирования без учета условий целочисленности решена Симплекс методом и найден оптимальный план. В последней Симплекс таблице строка, соответствующая переменной  $X_1$  имеет следующую структуру:

$X_1 =$	3	-2	5	0	4,8
---------	---	----	---	---	-----

Составить дополнительное ограничение Гомори для переменной  $X_1$

- A)  $0,3t_1 + 0,2t_2 + 0,5t_3 - 0,8 \geq 0$
- B)  $0,7t_1 + 0,8t_2 + 0,5t_3 - 0,8t_4 \geq 0$
- C)  $0,3t_1 + 0,2t_2 + 0,5t_3 + 0,8 \geq 0$
- D)  $0,7t_1 + 0,8t_2 + 0,5t_4 - 0,8 \geq 0$
- E) **Дополнительное ограничение построить не возможно**

(правильный ответ обозначен двойной скобкой)

Задание 5.

Допустим, что задача целочисленного линейного программирования без учета условий целочисленности решена Симплекс методом и найден оптимальный план. В последней Симплекс таблице строка, соответствующая переменной  $X_3$  имеет следующую структуру:

$X_3 =$	-2,4	0	7	3,2	9,1
---------	------	---	---	-----	-----

Составить дополнительное ограничение Гомори для переменной  $X_3$

- A)  $0,6t_1 + 0,2t_4 - 0,1 \geq 0$
- B)  $0,4t_1 + 0,2t_4 - 0,1 \geq 0$
- C)  $0,6t_1 + t_2 + t_3 + 0,2t_4 - 0,1 \geq 0$
- D)  $0,4t_1 + t_2 + t_3 + 0,2t_4 - 0,1 \geq 0$
- E)  $0,4t_1 + t_3 + 0,2t_4 - 0,1 \geq 0$

(правильный ответ обозначен двойной скобкой)

Задание 6.

Допустим, что задача целочисленного линейного программирования без учета условий целочисленности решена Симплекс методом и найден оптимальный план. В последней Симплекс таблице строка, соответствующая переменной  $X_2$  имеет следующую структуру:

$X_2 =$	-0,2	0,2	-3,4	2,3	10,4
---------	------	-----	------	-----	------

Составить дополнительное ограничение Гомори для переменной  $X_2$

- A)  $0,2t_1 + 0,2t_2 + 0,4t_3 + 0,3t_4 - 0,4 \geq 0$
- B)  $0,8t_1 + 0,8t_2 + 0,6t_3 + 0,7t_4 - 0,4 \geq 0$
- C)  $0,8t_1 + 0,8t_2 + 0,4t_3 + 0,3t_4 - 0,4 \geq 0$
- D)  $0,8t_1 + 0,2t_2 + 0,6t_3 + 0,3t_4 - 0,4 \geq 0$
- E)  $0,8t_2 + 0,7t_4 - 0,4 \geq 0$

		<p>(правильный ответ обозначен двойной скобкой)</p> <p><u>Задание 7.</u> Ограничение Гомори считается правильным отсечением, в том числе:</p> <p>а) Если оно линейно  б) Если оно отсекает найденный оптимальный нецелочисленный план  в) Если оно не отсекает ни одного целочисленный план  г) Если оно линейно и отсекает найденный оптимальный нецелочисленный план  д) Если оно линейно, отсекает найденный нецелочисленный оптимальный план и не отсекает ни один целочисленный оптимальный план</p> <p><u>Задание 8.</u> Какая задача линейного программирования называется целочисленной?</p> <p>а) если целевая функция является линейной  б) если условия ограничений являются линейными  в) если целевая функция и условия ограничений являются линейными  г) если правые части ограничений являются целыми  д) если для неизвестных отыскиваются значения из целых чисел</p> <p><u>Задание 9.</u> В чём состоит суть Гомори решения задачи целочисленного линейного программирования?</p> <p>а) задача непосредственно решается симплексным методом  б) сначала симплексным методом решается соответствующая задача линейного программирования без учёта условий целочисленности неизвестных и если получено целочисленное решение, то исходная задача решена  в) сначала симплексным методом решается соответствующая задача линейного программирования без учёта условий целочисленности неизвестных, и если получено нецелочисленное решение, то исходная задача не решена если в результате применения симплексного метода</p> <p><u>Задание 10.</u> Суть метода ветвей и границ заключается в упорядоченном переборе подзадач, из которых по определённым признакам:</p> <p>а) рассматриваются перспективные;  б) рассматриваются бесперспективные  в) отбрасываются бесперспективные;  г) отбрасываются бесперспективные  д) рассматриваются перспективные и отбрасываются бесперспективные</p>
6	Нелинейное программирование	<p><u>Задание 1.</u> Найти экстремум функции <math>f(x)</math> при выполнении ограничений <math>R_i(x) = a_i, f(x) \leq b_j</math>, наложенных на параметры функции – это задача</p> <p>а) условной оптимизации  б) линейного программирования  в) безусловной оптимизации  г) нелинейного программирования  д) динамического программирования</p> <p><u>Задание 2.</u> Задача, процесс нахождения решения которой является многоэтапным, относится к задачам</p> <p>а) линейного программирования</p>



- б) теории игр
- в) динамического программирования
- г) нелинейного программирования
- д) параметрического программирования

Задание 3.

Экономико-математическая модель считается нелинейной моделью лишь в том случае, если:

- а) Система ограничений модели нелинейна, а целевая функция обязательно линейна
- б) Целевая функция модели нелинейна, а система ограничений обязательно линейна
- в) Как целевая функция, так и система ограничений модели обязательно нелинейны
- г) Или целевая функция, или система ограничений модели, или же и та, и другая нелинейны
- д) Как целевая функция, так и система ограничений модели линейны, однако на эндогенные параметры поставлены условия неотрицательности

Задание 4.

Какое из нижеприведенных высказываний не верно?

1. Если в задаче математического программирования целевая функция линейна, а среди ограничений имеется хотя бы одно нелинейное ограничение, то такая задача есть задача нелинейного программирования
  2. Если в задаче математического программирования целевая функция линейна, а система ограничений нелинейно, то такая задача есть задача нелинейного программирования
  3. Если в задаче математического программирования целевая функция нелинейно, а система ограничений линейна, то такая задача есть задача нелинейного программирования
  4. Если в задаче математического программирования целевая функция есть дробно-линейная функция, а система ограничений линейна, то такая задача есть задача линейного программирования
- а) 1
  - б) 2
  - в) 3
  - г) 4

Задание 5.

Задача дробно-линейного программирования с  $n$  переменными и  $m$  ограничениями сводится к задаче линейного программирования. Сколько условий ограничений будут присутствовать в этой задаче (без учета условия неотрицательности переменных)?

- а)  $n$  ограничений
- б)  $m$  ограничений
- в)  $m+n$  ограничений
- г)  $n+1$  ограничений
- д)  $m+1$  ограничений

Задание 6.

Задача дробно-линейного программирования с 3 переменными и 4 условиями-ограничениями сведена к задаче линейного программирования. Сколько переменных и сколько условий-ограничений будут присутствовать в этой задаче (без учета условия неотрицательности переменных)?

- а) 3 переменных и 4 условий-ограничений

- б) 4 переменных и 5 условий-ограничений
- в) 4 переменных и 3 условий-ограничений
- г) 2 переменных и 3 условий-ограничений
- д) 3 переменных и 3 условий-ограничений

Задание 7.

Задача дробно-линейного программирования сведена к следующей задаче линейного программирования:

$$F(y) = 6y_1 + 4y_2 + y_3 \rightarrow \max$$

$$\begin{cases} 4y_1 + y_2 + 2y_3 - 40y_0 \leq 0 \\ 7y_1 + 6y_2 - 30y_0 \leq 0 \\ y_1 + y_2 + y_3 = 1 \end{cases}$$

$$y_0 > 0, y_1 \geq 0, y_2 \geq 0, y_3 \geq 0$$

Выберите целевую функцию дробно-линейной задачи, на основе которой построена данная задача.

A)  $Z(x) = \frac{6x_1 + 4x_2 + x_3}{x_1 + x_2 + x_3} \rightarrow \max$

B)  $Z(x) = \frac{6x_1 + 4x_2 + x_3}{4x_1 + x_2 + 2x_3} \rightarrow \max$

C)  $Z(x) = \frac{6x_1 + 4x_2 + x_3}{7x_1 + 6x_2} \rightarrow \max$

D)  $Z(x) = \frac{4x_1 + x_2 + 2x_3}{6x_1 + 4x_2 + x_3} \rightarrow \max$

E)  $Z(x) = \frac{7x_1 + 6x_2}{x_1 + x_2 + x_3} \rightarrow \max$

(правильный ответ обозначен двойной скобкой)

Задание 8.

Задача дробно-линейного программирования сведена к следующей задаче линейного программирования:

$$F(y) = y_1 - 4y_2 + 6y_3 \rightarrow \min$$

$$\begin{cases} 5y_1 - y_2 + 3y_3 - 100y_0 \leq 0 \\ -y_1 + 2y_2 + y_3 - 60y_0 \leq 0 \\ 3y_1 + y_2 - 2y_3 = 1 \end{cases}$$

$$y_0 > 0, y_1 \geq 0, y_2 \geq 0, y_3 \geq 0$$

Выберите целевую функцию дробно-линейной задачи, на основе которой построена данная задача.

$$\text{A) } Z(x) = \frac{x_1 - 4x_2 + 6x_3}{5x_1 - x_2 + 3x_3} \rightarrow \min$$

$$\text{B) } Z(x) = \frac{x_1 - 4x_2 + 6x_3}{5x_1 + 7x_2 - 100} \rightarrow \min$$

$$\text{C) } Z(x) = \frac{x_1 - 4x_2 + 6x_3}{-x_1 + 2x_2 + x_3 - 60} \rightarrow \min$$

$$\text{D) } Z(x) = \frac{x_1 - 4x_2 + 6x_3}{7x_1 + 2x_2 + x_3} \rightarrow \min$$

$$\text{E) } Z(x) = \frac{x_1 - 4x_2 + 6x_3}{3x_1 + x_2 - 2x_3} \rightarrow \min$$

(правильный ответ обозначен двойной скобкой)

Задание 9.

Задача дробно-линейного программирования сведена к задаче линейного программирования. После решения полученной задачи Симплекс методом получен следующий оптимальный план задачи

$$y_0^* = 10, y_1^* = 20, y_2^* = 35, y_3^* = 0$$

Найти оптимальный план задачи дробно-линейного программирования:

$$\text{A) } x_1^* = 2, x_2^* = 3,5, x_3^* = 0$$

$$\text{B) } x_1^* = 10, x_2^* = 20, x_3^* = 35$$

$$\text{C) } x_1^* = \frac{1}{2}, x_2^* = \frac{2}{7}, x_3^* = 0$$

$$\text{D) } x_1^* = 2, x_2^* = 35, x_3^* = 0$$

$$\text{E) } x_1^* = 10, x_2^* = 35, x_3^* = 0$$

(правильный ответ обозначен двойной скобкой)

Задание 10.

Задача дробно-линейного программирования сведена к задаче линейного программирования. После решения полученной задачи Симплекс методом получен следующий оптимальный план задачи

$$y_0^* = 3, y_1^* = 0, y_2^* = 6, y_3^* = 0$$

Найти оптимальный план задачи дробно-линейного программирования:

**A) Задача не имеет оптимального решения**

$$\text{B) } x_1^* = 0, x_2^* = 2, x_3^* = 0$$

$$\text{C) } x_0^* = 3, x_1^* = 0, x_2^* = 6, x_3^* = 0$$

$$\text{D) } x_1^* = 3, x_2^* = 6, x_3^* = 0$$

$$\text{E) } x_0^* = 0, x_1^* = 3, x_2^* = 6, x_3^* = 0$$

(правильный ответ обозначен двойной скобкой)

**Критерии оценки лабораторной работы:** лабораторная работа считается защищенной, если студент выполнил задание к работе полностью и во время защиты работы правильно ответил на заданные преподавателем дополнительные вопросы во время собеседования или правильно ответил на тестовые вопросы, выполнил дополнительные задания.

### Индивидуальное домашнее задание

На выполнение ИДЗ предусмотрено 9 часов самостоятельной работы студента.

**ИДЗ №1.** Методы решения задач линейного программирования.

Цель работы: систематизация и обобщение методов решения задач линейного программирования.

Примерная тематика ИДЗ:

1. Решить графически следующие задачи линейного программирования:

$$\begin{cases} -2x_1 + 3x_2 \leq 9, \\ x_1 - 2x_2 \leq 2, \\ x_1 + x_2 \leq 8, \\ x_1 \geq 0, \quad x_2 \geq 0; \end{cases}$$

$$F = x_1 - x_2 \rightarrow \max.$$

2. Используя симплексный метод решить следующие задачи:

$$\begin{cases} 2x + 3y \leq 21, \\ x + y \leq 8, \\ 2x + y \leq 12, \\ x \leq 5. \end{cases}$$

$$F = 3x + 2y \rightarrow \max$$

3. Используя метод штрафов или метод искусственного базиса, решить следующие задачи:

$$\begin{cases} x_1 + x_2 - 1 \leq 0, \\ x_1 + x_2 - 4 \geq 0, \\ x_1 - 3 \leq 0, \\ x_1 \geq 0, \quad x_2 \geq 0; \end{cases}$$

$$F = x_1 + 2x_2 \rightarrow \max.$$

4. Найти решение следующей задачи:

$$z = \frac{2x_1 + x_2}{x_1 + x_2} \rightarrow \min,$$
$$\begin{cases} 2x_1 + 8x_2 \leq 26, \\ x_1 + x_2 \leq 4, \\ 12x_1 + 3x_2 \leq 39, \\ x_1, \quad x_2 \geq 0. \end{cases}$$

**ИДЗ №2.** Методы решения экономических задач с помощью исследования операций.

Цель работы: получения навыков применения методов исследования операций для решения экономических задач.

Примерная тематика ИДЗ:

1. Мастерская имеет два станка  $S_1, S_2$ , на которых последовательно обрабатывается два вида продукции  $P_1$  и  $P_2$ . Станок  $S_1$  обрабатывает единицу

продукции  $P_1$  за 1 час, а единицу продукции  $P_2$  — за 2 часа. Станок  $S_2$  затрачивает на единицу продукции  $P_1$  2 часа, а на единицу продукции  $P_2$  — 1 час. Станок  $S_1$  может работать в сутки не более 10 часов, а станок  $S_2$  — не более 8 часов. Стоимость единицы продукции  $P_1$  составляет  $c_1$  рублей, а стоимость единицы продукции  $P_2$  —  $c_2$  рублей. Требуется определить такой суточный план выпуска двух видов продукции  $P_1$  и  $P_2$  мастерской, чтобы выручка от реализации произведенной продукции была максимальна.

2. Пусть номенклатура выпускаемой продукции состоит из  $n$  наименований. Производство продукции использует  $m$  видов ресурсов. Обозначим через  $a_{ik}$  затраты  $i$ -го вида ресурсов ( $i = 1, 2, \dots, m$ ) на производство единицы продукции  $k$ -го вида ( $k = 1, 2, \dots, n$ ). Пусть  $b_i$  — полный объем ресурсов  $i$ -го вида ( $i = 1, 2, \dots, m$ ), а  $c_k$  — прибыль, получаемая предприятием при изготовлении и реализации единицы  $k$ -го вида продукции ( $k = 1, 2, \dots, n$ ). Требуется составить такой план выпуска продукции, который был бы технологически осуществим по имеющимся ресурсам и, в то же время, приносил наибольшую общую прибыль предприятию

3. Решить следующую транспортную задачу, находя первое опорное решение методом наименьшей стоимости.

Запасы		$v_1$	$v_2$	$v_3$	Потребности
		40	30	10	
$u_1$	10	5	7	1	10
$u_2$	20	2	1	4	20
$u_3$	50	6	3	2	0
		40	10		

4. Четыре предприятия данного экономического района для производства продукции используют три вида сырья. Потребности в сырье каждого из предприятий соответственно равны 120, 50, 190 и 110 ед. Сырье сосредоточено в трех местах его получения, а запасы его соответственно равны 160, 140 и 170 ед. На каждое из предприятий сырье может завозиться из любого пункта его получения. Тарифы перевозок являются известными величинами и задаются матрицей стоимостей:

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

**Критерии оценки:** для сдачи ИДЗ студенту необходимо представить в печатной (рукописной) форме отчет по ИДЗ. Защита проводится в форме устного опроса студента и направлена на проверку степени усвоения материала и понимания теоретических сведений, используемых в процессе выполнения работы.

#### 5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме экзамена используется следующая шкала оценивания: 2 – неудовлетворительно, 3 – удовлетворительно, 4 – хорошо, 5 – отлично.

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Наименование показателя	Критерий оценивания
-------------------------	---------------------

оценивания результата обучения по дисциплине	
<p><b>ОПК-1.</b> Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности</p> <p><b>ОПК-1.1.</b> Применяет основы естественнонаучных и общеинженерных знаний в профессиональной деятельности</p> <p><b>ОПК-1.2.</b> Решает стандартные профессиональные задачи с применением методов математического анализа и моделирования</p> <p><b>ОПК-1.3.</b> Использует методы теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности</p>	
Знания	Знание терминов, определений, понятий
	Знание основных закономерностей, соотношений, принципов
	Объем освоенного материала
	Полнота ответов на вопросы
	Четкость изложения и интерпретации знаний
Умения	Умение решать стандартные профессиональные задачи с применением методов исследования операций
	Умение использовать теоретические знания для выбора методики решения профессиональных задач
	Умение проверять решение и анализировать результаты
Навыки	Владение навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности
	Качество выполнения исследований объектов профессиональной деятельности
	Самостоятельность выполнения исследований объектов профессиональной деятельности

Оценка преподавателем выставляется интегрально с учётом всех показателей и критериев оценивания.

#### Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Знание терминов, определений, понятий	Не знает терминов и определений	Знает термины и определения, но допускает неточности формулировок	Знает термины и определения	Знает термины и определения, может корректно сформулировать их самостоятельно
Знание основных закономерностей, соотношений, принципов	Не знает основные закономерности и соотношения, принципы построения знаний	Знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний	Знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний, их интерпретирует и использует	Знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний, может самостоятельно их получить и использовать
Объем освоенного материала	Не знает значительной части материала дисциплины	Знает только основной материал дисциплины, не усвоил его деталей	Знает материал дисциплины в достаточном объеме	Обладает твердым и полным знанием материала дисциплины
Полнота ответов на	Не дает ответы на	Дает неполные	Дает ответы на	Дает полные,

вопросы	большинство вопросов	ответы на все вопросы	вопросы, но не все - полные	развернутые ответы на поставленные вопросы
Четкость изложения и интерпретации знаний	Излагает знания без логической последовательности	Излагает знания с нарушениями в логической последовательности	Излагает знания без нарушений в логической последовательности	Излагает знания в логической последовательности
	Не иллюстрирует изложение поясняющими схемами, рисунками и примерами	Выполняет поясняющие схемы и рисунки небрежно и с ошибками	Выполняет поясняющие рисунки и схемы корректно и понятно	Выполняет поясняющие рисунки и схемы точно и аккуратно, раскрывая полноту усвоенных знаний
	Неверно излагает и интерпретирует знания	Допускает неточности в изложении и интерпретации знаний	Грамотно и по существу излагает знания	Грамотно и точно излагает знания, делает выводы

### Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Умение решать стандартные профессиональные задачи с применением методов исследования операций	Не умеет решать стандартные профессиональные задачи с помощью методов исследования операций	Допускает неточности в решении стандартных профессиональных задач с помощью методов исследования операций	Умеет решать стандартные профессиональные задачи с помощью методов исследования операций	Безошибочно решает стандартные профессиональные задачи с применением методов исследования операций
Умение использовать теоретические знания для выбора методики решения профессиональных задач	Не умеет использовать теоретические знания для выбора методики решения профессиональных задач с помощью методов исследования операций	Использование теоретических знаний для выбора методики решения профессиональных задач с помощью методов исследования операций вызывает затруднения	Умеет использовать теоретические знания для выбора методики решения профессиональных задач с помощью методов исследования операций	Умеет использовать теоретические знания для выбора методики решения профессиональных задач с помощью методов исследования операций
Умение проверять решение и анализировать результаты	Не умеет проверять решение и анализировать результаты	Допускает неточности при проверке решения и анализа результатов	Умеет проверять стандартные решения и проводить анализ стандартных результатов	Качественно проверяет решение и анализирует результаты

### Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Владение навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной	Не владеет навыками теоретического и экспериментального исследования объектов	Не достаточно хорошо владеет навыками теоретического и экспериментального исследования	Владеет навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной	Владеет навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной

деятельности	профессиональной деятельности	объектов профессиональной деятельности	деятельности, но допускает ошибки в решении	деятельности на высоком уровне
Качество выполнения исследований объектов профессиональной деятельности	Не качественно выполняет исследования объектов профессиональной деятельности, допускает грубые ошибки	Не достаточно качественно выполняет исследования объектов профессиональной деятельности, допускает и исправляет ошибки с посторонней помощью	Не достаточно качественно выполняет исследования объектов профессиональной деятельности, допускает и исправляет ошибки самостоятельно	Качественно выполняет исследования объектов профессиональной деятельности
Самостоятельность выполнения исследований объектов профессиональной деятельности	Не может самостоятельно выполнять исследования объектов профессиональной деятельности	Выполняет исследования объектов профессиональной деятельности с посторонней помощью	При выполнении исследования объектов профессиональной деятельности часто требуется посторонняя помощь	Самостоятельно выполняет исследования объектов профессиональной деятельности, в некоторых случаях требуется посторонняя помощь



## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 6.1. Материально-техническое обеспечение

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1.	Учебная аудитория для проведения лекционных занятий	Специализированная мебель. Мультимедийная установка, экран, доски
2.	Учебная аудитория для проведения лабораторных занятий	Специализированная мебель. Компьютеры на базе процессоров Intel или AMD.
3.	Зал электронных ресурсов, здание библиотеки, № 302 Читальный зал учебной литературы, здание библиотеки, № 303	Специализированная мебель. Компьютерная техника, подключенная к сети интернет и имеющая доступ в электронно-образовательную среду

### 6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Перечень лицензионного программного обеспечения.	Реквизиты подтверждающего документа
1.	Microsoft Windows 10 Корпоративная	(Соглашение Microsoft Open Value Subscription V9221014 Соглашение действительно с 01.11.2020 по 31.10.2023). Договор поставки ПО № 128-21 от 30.10.2021.
2.	Microsoft Office Professional Plus 2016	(Соглашение Microsoft Open Value Subscription V9221014 Соглашение действительно с 01.11.2020 по 31.10.2023). Договор поставки ПО № 128-21 от 30.10.2021.
3.	Kaspersky Endpoint Security «Стандартный Russian Edition»	Сублицензионный договор № 102 от 24.05.2018. Срок действия лицензии до 19.08.2020 Гражданско-правовой Договор (Контракт) № 27782 «Поставка продления права пользования (лицензии) Kaspersky Endpoint Security от 03.06.2020. Срок действия лицензии 19.08.2022г.
4.	Google Chrome	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
5.	Среды программирования Dev C++ , CodeBlocks, Visual Studio Community Edition	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения

### **6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов**

1. Каштаева С.В. Исследование операций. Учебное пособие. – Пермь: ИПЦ «Прокрость», 2020. – 77 с.
2. Косников, С. Н. Математические методы в экономике: учеб. пособие для вузов / С. Н. Косников. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2019. – 172 с.
3. Брусенцев А.Г., Петрашев В.И., Рязанов Ю. Д. Исследование операций и теория игр. Учебное пособие. – Белгород: Издательство БГТУ им. В.Г.Шухова, 2012. – 259 с.
4. Косоруков О.А. Исследование операций. Учебник. М.: Экзамен, 2003. 423с.
5. Брусенцев А.Г., Брусенцева В.С. Исследование операций и теория игр. Методические указания к выполнению лабораторных работ. Изд. БГТУ им. В.Г. Шухова, 2013. □46с.
6. Брусенцев, А. Г. Исследование операций и теория игр: учебное пособие / А. Г. Брусенцев, В. И. Петрашев, Ю. Д. Рязанов. — Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2012. — 258 с. — ISBN 978-5-361-00191-0. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/49709.html>
7. Лайпанова, А. М. Исследование операций: учебное пособие / А. М. Лайпанова. — Москва: Российский университет транспорта (МИИТ), 2021. — 53 с. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/115843.html>
8. Есипов Б.А. Методы исследования операций: Учебное пособие – СПб: Изд-во Лань, 2013. [http://e.lanbook.com/books/element.php?p11\\_id=10250](http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=10250)
9. Брусенцев А.Г., Брусенцева В.С. Исследование операций и теория игр: Методические указания к выполнению лабораторных работ – Белгород: Изд-во БГТУ, 2013.
10. Янов, С. И. Исследование операций: учебно-методическое пособие / С. И. Янов. — Барнаул: Алтайский государственный педагогический университет, 2020. — 71 с. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/108876.html>
11. Кочегурова, Е. А. Теория и методы оптимизации: учебное пособие / Е. А. Кочегурова. — Томск: Томский политехнический университет, 2013. — 134 с. — ISBN 978-5-4387-0237-5. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/34723.html>

### **6.4. Перечень интернет ресурсов, профессиональных баз данных, информационно-справочных систем**

1. Электронная библиотека (на базе ЭБС «БиблиоТех») — Режим доступа: <http://ntb.bstu.ru>
2. Электронно-библиотечная система IPRbooks — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru>
3. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека ONLINE» — Режим доступа: <http://www.biblioclub.ru/>